



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE PRODUCCIÓN
DE LA EMPRESA CREACIONES BIHAONE E.I.R.L. - SAN MARTÍN
DE PORRES, 2018.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

CAMPOS DELGADO, CÉSAR EYNER

ASESOR

MGTR. REINOSO VASQUEZ, GEORGE

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don (a) :
César Eyner Campos Delgado

cuyo título es: Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la
productividad en el área de producción de la empresa Creaciones
Bihaone E.I.R.L.- San Martín de Porres, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de
preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:
.....¹³.....(número)^{TRECE}..... (letras).

Los Olivos, 12 de Julio del 2018



.....
L. REYES R.
Presidente



.....
Secretario
GEORGE REINOSO



.....
Vocal
Gustavo Montoya

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mis padres por el apoyo y porque creyeron en mí brindándome su incondicional amor, a mi familia en general porque siempre estuvieron brindándome su apoyo y consejos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, César Eyner Campos Delgado con DNI N° 70880159, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, junio del 2018

César Eyner Campos Delgado

DNI: 70880159

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L. - San Martín de Porres, 2018.”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El autor

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
PÁGINA DEL JURADO	Error! Bookmark not defined.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
INDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
I. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Realidad problemática	19
1.1.1 Problemática Global	19
1.1.2 Problemática Nacional	20
1.1.3 Problemática Local	22
1.2 Trabajos previos	26
1.2.1 Trabajos Internacionales	26
1.2.2 Trabajos Nacionales	29
1.3 Teorías relacionadas	31
1.3.1 Ingeniería de métodos	31
1.3.1.1 Estudio de tiempos	31
1.3.1.2 Estudio de Métodos.	33
1.3.2 Productividad	38
1.3.2.1 Importancia de la Productividad	38

1.3.2.2 Factores de la productividad	39
1.4 Formulación del problema	40
1.4.1 Problema general	40
1.4.2 Problemas específicos	40
1.5 Justificación del estudio	40
1.5.1 Justificación técnica	40
1.5.2 Justificación Social	40
1.5.3 Justificación Económica	41
1.6 Hipótesis	41
1.7 Objetivos	41
II. MÉTODO	42
2.1 Metodología de la Investigación	43
2.1.1 Tipo de Investigación	43
2.1.1.1 Por su finalidad	43
2.1.1.2 Por su nivel	43
2.2 Variables de operacionalización	44
2.2.1 Definición Conceptual	44
2.2.2 Definición Operacional	44
2.2.3 Dimensiones	45
2.2.3.1 Dimensiones de la Variable Independiente	45
2.2.3.2 Dimensiones de la Variable Dependiente	45
2.3 Población y muestra	49
2.3.1 Población	49
2.3.2 Muestra	49
2.3.3 Muestreo	49
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	49
2.4.1 Técnicas	49

2.4.2 Instrumento	50
2.4.3 Validez	50
2.4.4 Confiabilidad	50
2.5 Método de análisis de datos	51
2.5.1. Análisis descriptivo:	51
2.5.2. Análisis inferencial:	51
2.6 Aspectos éticos	51
2.7 Desarrollo de la propuesta	51
2.7.1 Descripción de la empresa	51
2.7.1.1 Organigrama de la empresa	53
2.7.1.2 Descripción del proceso productivo	54
2.7.1.3 Estimación de la productividad actual (pre-test)	61
2.7.1.4 Diagnóstico de la productividad	71
2.7.1.10.- Análisis de las causas	71
2.7.2 Propuesta de mejora	72
2.7.2.1. Mejoras para el área de producción.	72
2.7.3. Implementación de la propuesta de mejora	75
2.7.3.1. Aplicación de la metodología:	75
2.7.4.- Resultados	85
2.7.4.1. Resultados Dimensión Estudio de Métodos	85
2.7.4.2. Resultados Dimensión Estudio de Tiempos	87
2.7.4.2.2.- Estimación de la productividad actual (post-test)	90
2.7.5.- Análisis Económico Financiero.	99
III.- RESULTADOS	103
3.1.- Análisis Descriptivo	104
3.1.1.- Variable Dependiente: Productividad	104
3.1.2.- Variable Independiente: Ingeniería de métodos.	107

3.2.- Análisis Inferencial	109
3.2.1.- Análisis de la hipótesis general.	109
3.2.2.- Análisis de la primera hipótesis específica	112
3.2.3.- Análisis de la segunda hipótesis específica	114
IV.- DISCUSIÓN	118
V.- CONCLUSIONES	121
VI.- RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	128
Anexo 1. Formato de toma de tiempos.	129
Anexo 2. Formato de Diagrama de actividades del proceso	130
Anexo 3: Ficha de registro de la productividad	131
Anexo 4: Fichas de validación	132
Anexo 5. Tabla de westinghouse	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de correlación.	24
Tabla 2: Número De Ocurrencias De Las Causas.	24
Tabla 3: Simbología de Diagrama de operaciones del proceso	35
Tabla 4: Simbología del Diagrama de actividades del proceso	37
Tabla 5. Ejemplo de Diagrama de actividades del proceso	37
Tabla 6. Matriz de operacionalización de las variables	47
Tabla 7. Matriz de consistencia	48
Tabla 8. Productos de la empresa.	52
Tabla 9. Máquinas utilizadas en el proceso de producción.	54
Tabla 10. Diagrama de Actividades del proceso (Pre-test)	57
Tabla 11. Toma de tiempos del proceso de producción 2017.	59
Tabla 12: Tiempo estándar del proceso de producción.	60
Tabla 13: Cálculo de la capacidad instalada	61
Tabla 14: Cálculo de unidades programadas por día.	61
Tabla 15: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad agosto 2017 (Pre- test).	62
Tabla 16: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad Setiembre 2017. (Pre- test).	63
Tabla 17: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad Octubre 2017(Pre- test).	64
Tabla 18: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad- noviembre 2017(Pre- test).	65
Tabla 19: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad-diciembre 2017(Pre- test).	66
Tabla 20: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad- enero 2018 (Pre- test).	67
Tabla 21: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad- febrero 2018 (Pre- test).	68
Tabla 22: Resumen de la productividad Pre-test.	70
Tabla 23: Costo de materia prima	70
Tabla 24: Costo unitario de mano de obra	70
Tabla 25: Costos indirectos de fabricación	71
Tabla 26: Costo del producto inicial	71
Tabla 27: Causas y alternativas de solución	72
Tabla 28: Identificación de cuello de botella del proceso de producción.	75
Tabla 29: Capacitación al personal de la empresa.	82
Tabla 30: Estándar de trabajo de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.	83

Tabla 31. Diagrama de actividades del proceso (Post - test).	86
Tabla 32: Resultados Estudio de Métodos PRE-TEST VS. POST-TEST	87
Tabla 33: Toma de tiempos del proceso de producción post- test	88
Tabla 34: Tiempo estándar del proceso de producción (pos- test)	89
Tabla 35: Resultados Estudio de Tiempos pre-test vs. Post-test.	90
Tabla 36: Cálculo de la capacidad instalada	91
Tabla 37: Cálculo de unidades programadas por día.	91
Tabla 38: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad, marzo 2018 (Post- test)	92
Tabla 39: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad, abril 2018 (Post- test).	94
Tabla 40: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad, mayo 2018 (Post- test).	96
Tabla 41: resultados eficiencia, eficacia y productividad Post-test.	97
Tabla 42. Unidades producidas antes vs después de la mejora	97
Tabla 43: Costo de materia prima	98
Tabla 44: Costo de mano de obra	99
Tabla 45: Costos indirectos de fabricación.	99
Tabla 46: costo del producto	99
Tabla 47: Requerimientos para la implementación	100
Tabla 48: Horas-Hombre utilizados para mejorar proceso.	100
Tabla 49: Inversión total	100
Tabla 50: Resumen de costos	101
Tabla 51: Análisis económico antes y después.	101
Tabla 52. Flujo de caja del proyecto	102
Tabla 53: Análisis del VAN y TIR	102
Tabla 54: Productividad antes y después.	104
Tabla 55: Eficiencia antes y después.	105
Tabla 56: Eficacia antes y después	106
Tabla 57: Resumen Estudio de Métodos	107
Tabla 58: Tipos de muestras	109
Tabla 59: Pruebas de normalidad	110
Tabla 60: selección del estadígrafo.	110
Tabla 61: Resultados del análisis de Wilcoxon	111
Tabla 62: Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon	111
Tabla 63. Pruebas de normalidad	112

Tabla 64: selección del estadígrafo.	113
Tabla 65. Resultados del análisis de Wilcoxon	113
Tabla 66. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon	114
Tabla 67: Pruebas de normalidad	115
Tabla 68: selección del estadígrafo.	115
Tabla 69: Resultados del análisis de Wilcoxon	116
Tabla 70. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon.	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Productividad laboral global 2017.	19
Figura 2: Índice de competitividad global, 2017.	20
Figura 3: Producto Bruto Interno sector manufactura 2016-2017.	21
Figura 4: Diagrama de Ishikawa del área de producción.	23
Figura 5: Diagrama de Pareto.	25
Figura 6: Matriz de Estratificación	25
Figura 7: Matriz de Priorización	26
Figura 8: Ejemplo de Diagrama de operaciones del proceso	36
Figura 9. Nivel de producción (2017).	53
Figura 10. Organigrama de la empresa	54
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso	55
Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso productivo.	56
Figura 13. Diagrama de recorrido actual.	58
Figura 14. Comportamiento de la producción real en unidades por mes.	69
Figura 15: Cálculo de la situación actual de la empresa Pre-test	69
Figura 16. Actividad remallar elástico	76
Figura 17. Actividad recubrir prenda.	77
Figura 18. Diagrama de bloques del proceso de remallar elástico	77
Figura 19. Diagrama de bloques del proceso de recubrir.	78
Figura 20. Accesorio de máquina Elastiquera.	79
Figura 21. Elastiquera con soporte incorporado.	80
Figura 22. Reunión con operarios en la empresa.	81
Figura 23. Diagrama de recorrido propuesto.	84
Figura 24. Imagen del nuevo recorrido.	84
Figura 25. Resultados Estudio de Métodos PRE-TEST VS. POST-TEST	87
Figura 26. Resultados estudio de tiempos pre-test vs. Post-test.	90
Figura 27. Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad del mes de marzo	93
Figura 28. Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad del mes de abril.	95
Figura 29. Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad del mes de mayo.	97
Figura 30. Resultados.	98
Figura 31. Resumen de productividad antes y después de la mejora.	104

Figura 32. Resumen de eficiencia antes y después de la mejora.	105
Figura 33. Resumen de eficiencia antes y después de la mejora.	106
Figura 34. Resumen actividades que agregan valor.	107
Figura 35. Tiempo Estándar Antes y Después.	108
Figura 36. Unidades programadas Antes y Después.	108

RESUMEN

La presente investigación titulada “Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L. - San Martín de Porres, 2018”, tiene como objetivo general, determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

El diseño de la investigación es cuasi-experimental de tipo aplicada, debido a que busca confrontar la parte teórica con la realidad. La población de estudio estuvo conformada por los de octubre del 2017 hasta mayo del 2018, analizados antes y después de la implementación de la Ingeniería de métodos. La muestra es seleccionada por conveniencia igual a la población. La técnica empleada para la recolección de datos fue la observación, y los instrumentos utilizados fueron los siguientes formatos: hojas de verificación de Toma de Tiempos, medición del Tiempo Estándar, ficha de registro del Diagrama de Actividades del Proceso, ficha de Control de Producción y la ficha de estimación de Eficiencia, Eficacia y Productividad, así como el cronómetro.

Finalmente, en el análisis de datos se utilizó programas como el Microsoft Excel y el SPSS V. 21, de manera descriptiva e inferencial utilizándose tablas y gráficos lineales.

Según los datos ingresados al SPSS V. 21, se obtuvo como resultado que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad Antes y Después es de 0.000, por consiguiente al ser menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Palabras Claves: Ingeniería de métodos, productividad, eficiencia.

ABSTRACT

The present investigation titled "Application of engineering methods to improve productivity in the production area of the company Creaciones Bihaone E.I.R.L. - San Martín de Porres, 2018 ", has as a general objective, determine how the application of method engineering improves productivity in the production area of the company Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018. The design of the research is quasi-experimental of applied type, because it seeks to confront the theoretical part with reality. The study population consisted of those from October 2017 to May 2018, analyzed before and after the implementation of Methodology Engineering. The sample is selected for convenience equal to the population. The technique used for the data collection was observation, and the instruments used were the following formats: Timestamp verification sheets, Standard Time measurement, record of the Process Activities Diagram, Production Control tab and the Efficiency, Efficiency and Productivity estimation sheet, as well as the chronometer. Finally, in the analysis of data, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 21 were used, descriptively and inferentially, using tables and line graphs. According to the data entered into the SPSS V. 21, it was obtained that the significance of the Wilcoxon test, applied to the Before and After productivity is 0.000, therefore being less than 0.05, the null hypothesis is rejected and accepted the researcher's hypothesis.

Key words: Methodology engineering, productivity, efficiency.

I. INTRODUCCIÓN

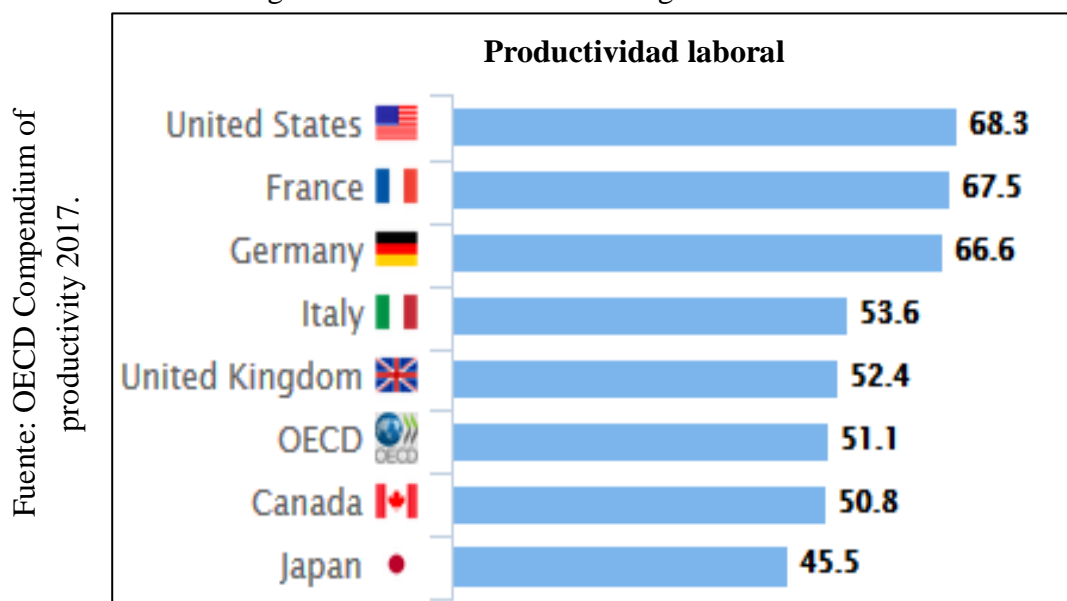
1.1 Realidad problemática

1.1.1 Problemática Global

Actualmente, la productividad se ha convertido en el principal problema de la mayoría de las empresas, puesto que existen muchos factores que afectan el rendimiento de los empleados y maquinaria, es por ello que hoy en día las organizaciones realizan un análisis profundo para determinar cuáles son esas causas que afectan la productividad para tratar de minimizarlas y así generar mayores utilidades a la empresa, además evitará que ésta obtenga pérdidas por problemas que se pueden solucionar si lo detectamos con anticipación.

A nivel mundial la industria de textiles está liderada por Alemania, Estados Unidos y China. En los últimos años el sector textil ha mantenido su nivel de crecimiento global, esto ha generado una buena percepción para las empresas que ofrecen productos para satisfacer las necesidades de los consumidores, este crecimiento ha hecho que el mercado se vuelva cada vez más competitivo. A continuación en la figura 1 se visualiza el índice de productividad global.

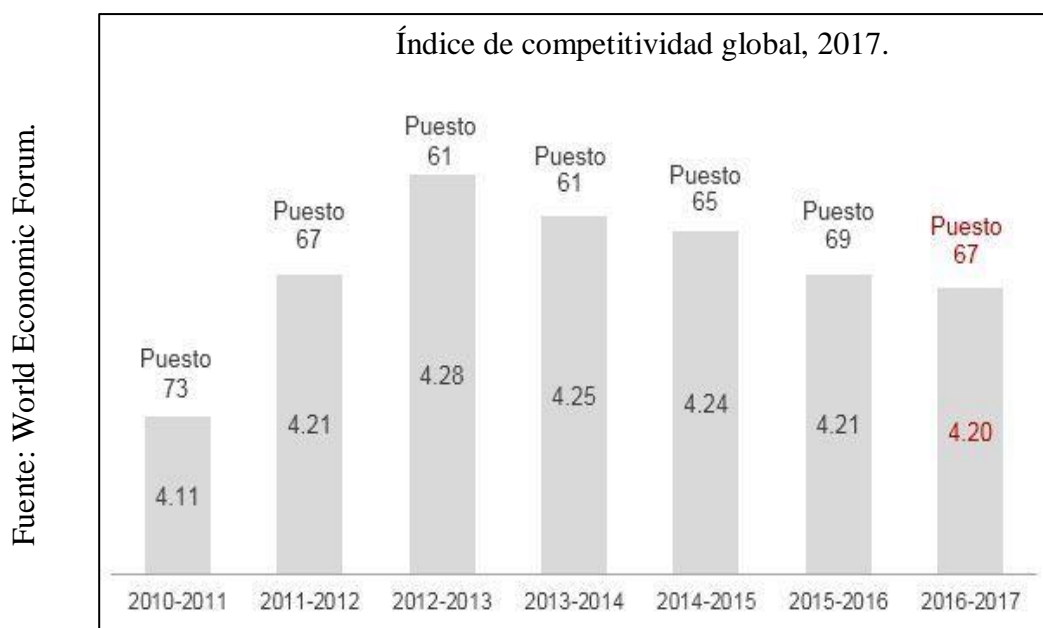
Figura 1: Productividad laboral global 2017.



Como se observa en la figura 1, los tres países con un mayor índice de productividad a nivel mundial son: Estados Unidos (68.3%), Francia (67.5%) y Alemania (66.6%), entre ellos hay un margen muy cercano por disputar el primer lugar, luego Italia (53.6%), Reino Unido (52.4%), La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)

(52.2%), Canadá (50.8%) y Japón (45.5%), son los países que forman parte de esta medición de productividad laboral.

Figura 2: Índice de competitividad global, 2017.



En este año 2017, Perú mejoró en 6 de los 12 pilares que evalúa el Foro Económico Mundial (WEF): instituciones (116 a 106); salud y educación básica (100 a 98); educación superior y capacitación (82 a 80); eficiencia del mercado laboral (64 a 61); sofisticación de mercados financieros (30 a 26); y sofisticación empresarial (81 a 78). El país retrocede en 2 pilares: eficiencia del mercado de bienes (60 a 65), e innovación (116 a 119).

1.1.2 Problemática Nacional

La industria textil cumple un rol importante para el impulso de la economía del país, esta industria se caracteriza por ser generadora de empleo, utiliza el algodón como materia prima para fabricar las telas que posteriormente se convierten en prendas, el algodón ha sostenido el desarrollo de la actividad económica en el Perú. Es así que a inicios del siglo XX los comerciantes fueron los creadores de la inversión industrial a través de las fábricas de tejidos.

El proceso productivo de la industria textil comprende diversas actividades: el tratamiento de fibras naturales o artificiales para la elaboración de hilos, continúa con la fabricación y acabado de telas, que luego son utilizadas para la confección de prendas de vestir y otros artículos.

El sector textil aporta a la mejora de la economía del país, el crecimiento que obtuvo la producción nacional fue de (3,25%) en el mes de diciembre 2016, la contribución del sector manufactura con 0,79 puntos, siendo el sector que más creció respecto a los demás, forman parte de este sector las pequeñas y medianas empresas que contribuyen al desarrollo de la manufactura.

Figura 3: Producto Bruto Interno sector manufactura 2016-2017.

MANUFACTURA: VALOR AGREGADO BRUTO
(Variación porcentual del índice de volumen físico respecto al mismo período del año anterior)
Valores a precios constantes de 2007

Actividades	2016/2015					2017/2016
	I Trim.	II Trim.	III Trim.	IV Trim.	Año	I Trim.
Manufactura	-2,8	-7,9	2,0	2,2	-1,6	1,7
Industria alimenticia	0,9	-22,9	13,7	6,5	-1,4	7,8
Industria textil y del cuero	-5,1	-7,2	-8,7	-3,9	-6,3	1,3
Industria de madera y muebles	1,0	-8,5	0,7	1,6	-1,1	-9,5
Industria del papel, impresión y reproducción de grabaciones	2,6	0,2	1,0	-1,2	0,7	-15,1
Industria química	-0,1	0,3	2,3	2,7	1,3	8,4
Fabricación de productos minerales no metálicos	-1,8	1,6	-2,0	-3,0	-1,4	-1,5
Industrias metálicas básicas	-3,8	0,2	2,7	-1,7	-0,7	-4,4
Fabricación de productos metálicos	-12,9	-1,5	-3,8	8,0	-2,4	-2,4
Otras Industrias manufactureras	-8,3	-13,9	-7,2	2,2	-6,8	19,5

En el primer trimestre del año 2017, el Producto Bruto Interno (PBI) decreció -0,1% en relación a similar período de 2016. La actividad económica fue afectada por factores climáticos adversos que se manifestaron con más intensidad en la zona norte y central del país, con la interrupción de las principales carreteras, temporal desabastecimiento de productos y dificultades en el transporte y comunicaciones, el valor agregado bruto de la actividad manufacturera a precios constantes de 2007 registró un crecimiento de 1,7%, en relación al mismo período del año anterior. Las industrias que aumentaron sus niveles de producción fueron: otras industrias manufactureras (19,5%), industria química (8,4%), industria alimenticia (7,8%), industria textil y del cuero (1,3%); por el contrario disminuyó el nivel de producción en la industria de papel, imprenta y reproducción de grabaciones (-15,1%), industria de madera y muebles (-9,5%), industrias metálicas básicas (-4,4%),

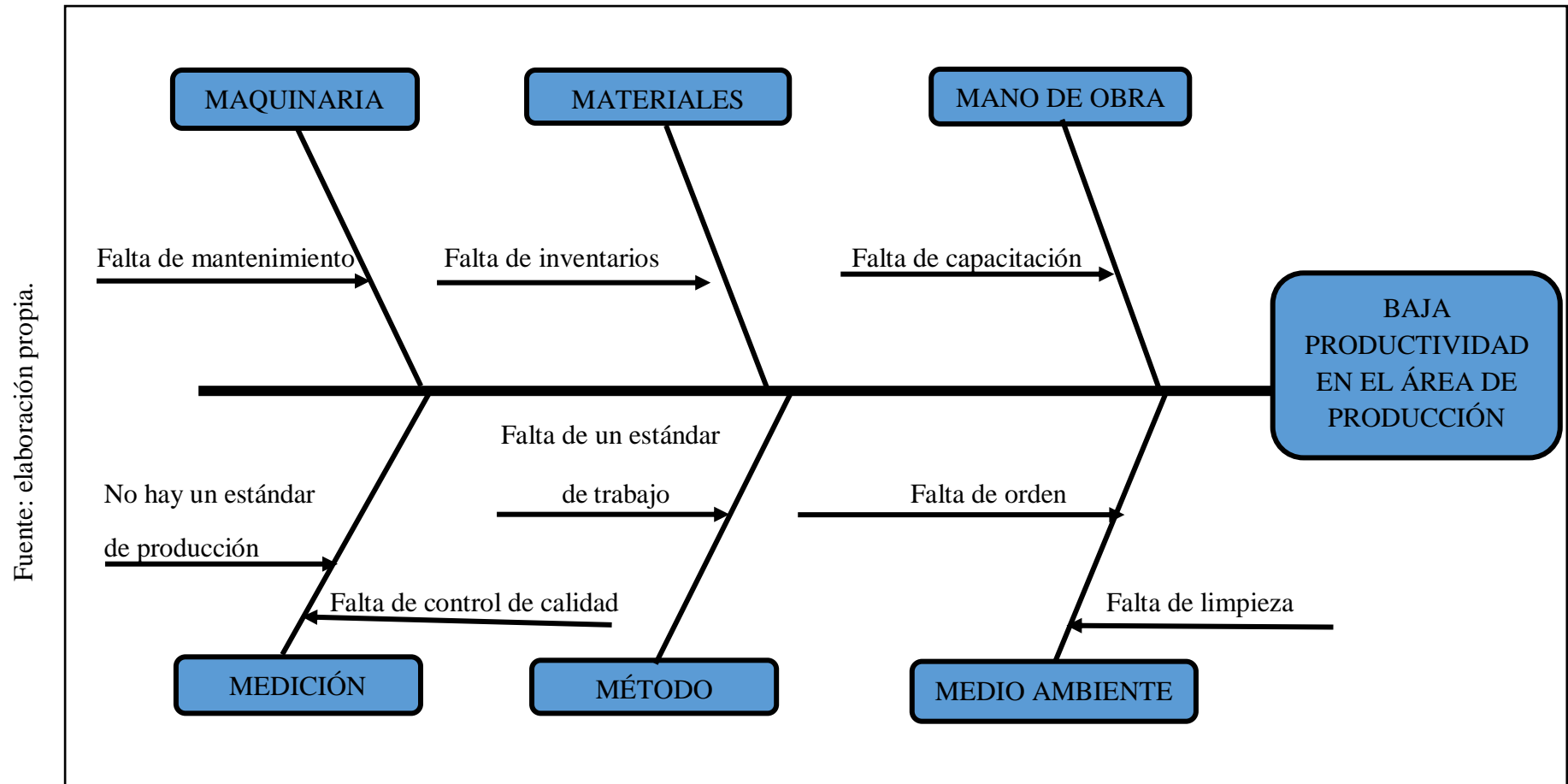
fabricación de productos metálicos (-2,4%) y la fabricación de productos minerales no metálicos (-1,5%).

1.1.3 Problemática Local

Actualmente la empresa no cuenta con procesos estándares de producción lo cual dificulta la identificación y control de sus operaciones productivas por lo que perjudica la calidad de sus productos finales.

La empresa no cuenta con un área de control de calidad lo cual no permite garantizar productos confiables, además debido a la competencia es sumamente importante contar con un control estricto para garantizar un producto de buena calidad, adicionalmente no cuentan con un estándar de trabajo dentro del proceso productivo, falta de capacitación al personal, no cuenta con un programa de mantenimiento, no presenta control de inventarios, falta de orden y limpieza. A continuación dado el análisis previo de la empresa se muestra el diagrama de Ishikawa.

Figura 4: Diagrama de Ishikawa del área de producción.



Para un hacer un análisis más profundo y determinar la importancia de estos problemas, nos basamos en una matriz de correlación que presentamos a continuación en la tabla 1.

Tabla 1: Matriz de correlación.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	FRECUENCIA
C1		1	0	0	0	0	0	1
C2	0		0	0	0	0	1	1
C3	0	0		1	0	1	1	3
C4	1	1	1		0	1	0	4
C5	0	0	0	1		1	0	2
C6	1	1	1	1	1		1	6
C7	1	0	0	0	0	0		1
TOTAL								18

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra el número de causas que sirve para hacer el diagrama de Pareto.

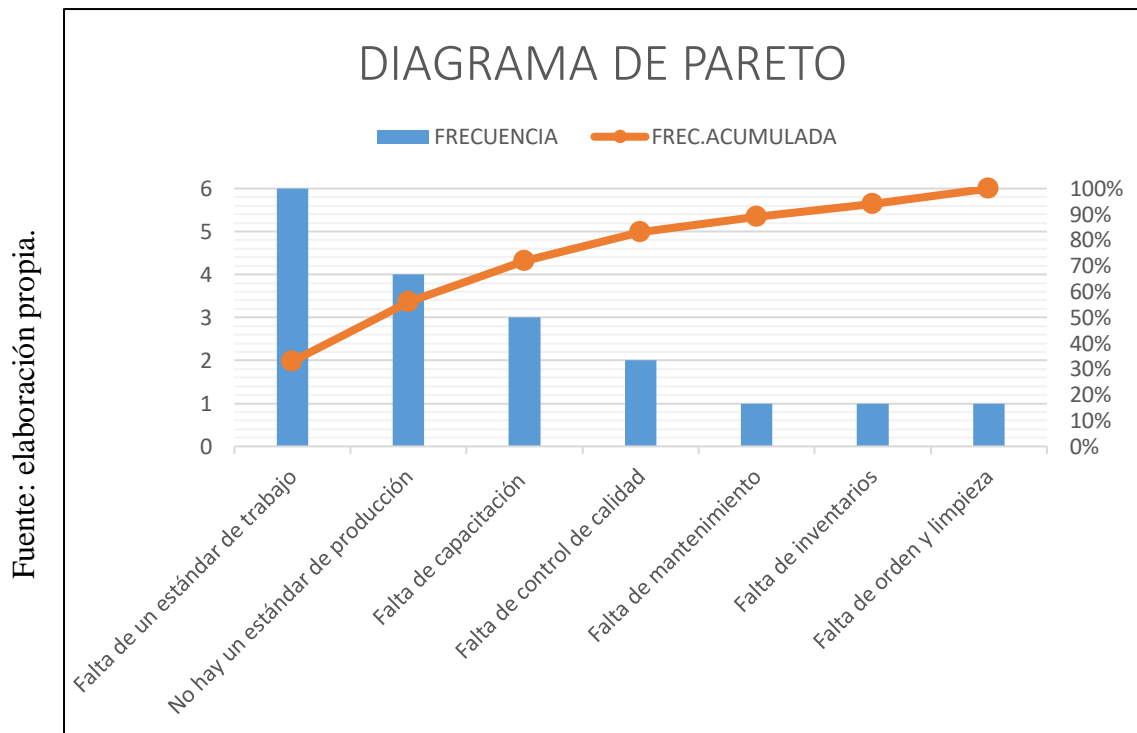
Tabla 2: Número De Ocurrencias De Las Causas.

	CAUSAS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	%TOTAL	%TOTAL ACUMULADO
C6	Falta de un estándar de trabajo	6	6	33%	33%
C4	No hay un estándar de producción	4	10	22%	56%
C3	Falta de capacitación	3	13	17%	72%
C5	Falta de control de calidad	2	15	11%	83%
C1	Falta de mantenimiento	1	16	6%	89%
C2	Falta de inventarios	1	17	6%	94%
C7	Falta de orden y limpieza	1	18	6%	100%
	TOTAL	18		100%	

Fuente: elaboración propia.

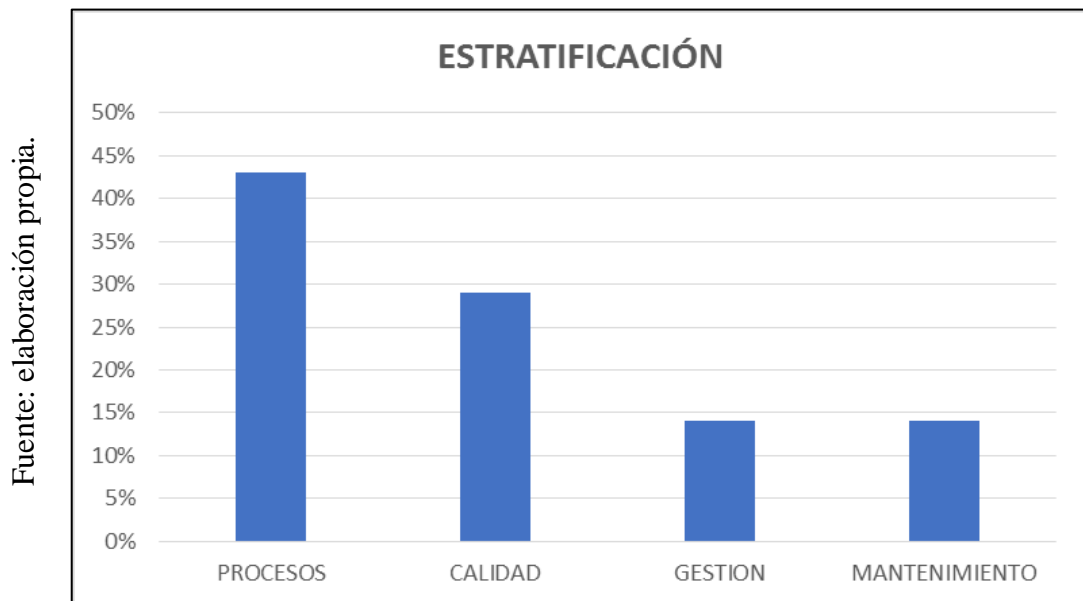
Observamos que el mayor número de problemas en la empresa se debe a la falta de un estándar de trabajo (33%), no hay un estándar de producción (22%), falta de capacitación (17%), falta de control de calidad (11%), falta de mantenimiento (6%), falta de inventarios (6%) y falta de orden y limpieza (6%).

Figura 5: Diagrama de Pareto.



Como se observa en la figura 5, se presentan las causas que constituyen el 80% del problema, por lo tanto es acá dónde se debe de trabajar, siendo la falta de un estándar de trabajo, falta de un estándar de producción y falta de capacitación al personal, los problemas que requieren más atención.

Figura 6: Matriz de Estratificación



En la figura 6, se realizó la estratificación de las causas, aglomerándolas en cuatro estratos: procesos, calidad, gestión y mantenimiento, los estratos de mayor ocurrencia son Procesos y Calidad, con porcentajes de incidencia de 43% y 29% respectivamente.

Figura 7: Matriz de Priorización

Fuente: elaboración propia.

Consolidado de problemas por área	Mano de obra	Materia prima	Maquinaria	Métodos	Medición	Medio ambiente	Nivel de criticidad	Total de problemas	Tasa porcentual de problemas	Impacto	Calificación	Prioridad	Medidas a tomar
GESTIÓN	1	0	0	0	0	0	BAJO	1	14%	2	2	3	Lean Manufacturing
PROCESOS	0	0	0	2	1	0	ALTO	3	43%	5	15	1	Ingeniería de Métodos
MANTENIMIENTO	0	0	1	0	0	0	BAJO	1	14%	3	3	4	TPM
CALIDAD	0	1	0	0	0	1	MEDIO	2	29%	4	8	2	5'S
Total de problemas	1	1	1	2	1	1		7	100%				

En la figura 7, tenemos los resultados del análisis siendo el estrato procesos el que obtiene la calificación más alta con 15 y calidad 8, por lo que se estableció dar la prioridad al estrato de procesos.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Trabajos Internacionales

JIJÓN, Klever. Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzados Gabriel. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013. 224 pp. Su objetivo principal fue mejorar los procesos de producción en calzados Gabriel a través de la determinación de tiempos y movimientos del proceso. Se concluyó que en la realidad problemática de la empresa de calzados Gabriel existen operaciones que no generan valor en el proceso y luego de aplicar el método planteado se logra eliminar 2 operaciones, además se consigue combinar 32 operaciones con el objetivo de reducir transportes y esperas, se logra eliminar 42 actividades de transporte entre trasladar el material y posicionar. Al aplicar estas reducciones se hace la siguiente comparación: El tiempo estándar para que 1 solo obrero realice todo el proceso de producción con el método actual es 3008.98 min, con el método propuesto será 2607.58 min

lo que indica una reducción de 401.40 min es decir 13,43% y en consecuencia el tiempo estándar de la planta de producción de calzado Gabriel se reducirá de 863.23 a 766.31 min, disminuyendo 96.92 minutos improductivos y permitiendo un incremento de la capacidad de producción de 12.65%. Confirmándose la hipótesis “El estudio de tiempos y movimientos influye en la optimización de los procesos de producción de zapatos en la empresa calzado Gabriel” mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo que busca un cambio de actitud frente al problema encontrado y analiza los resultados obtenidos numéricamente.

VALLEJO, Diego. Estudio de métodos de trabajo para la estandarización de tiempos en el área de producción en la empresa Punto Fino. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016. 156 pp. Este trabajo de investigación propuso realizar un estándar de tiempos con el que se compara la eficiencia de los empleados, que se haga el trabajo en el menor tiempo posible con una menor inversión por unidad producida obteniendo un rendimiento mayor en la planta que permita a la empresa tener un margen de utilidad más alto. Luego de realizar el estudio se concluyó que: por medio del estudio de tiempos y movimientos se logró aumentar una eficiencia de la línea de producción del 90.5 % y un rendimiento por persona de 7.27 %, con el presente estudio se ha logrado estandarizar los tiempos y movimientos del área de confección, acabados, terminado y empaque para la elaboración de una camiseta de cuello redondo obteniendo una mayor productividad en la empresa y rendimiento en los operarios.

CAJAMARCA, Diego. Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en kaia Bordados. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2015. 77 pp. Su objetivo principal fue presentar una propuesta que permita disminuir el número de productos defectuosos en Kaia Bordados a través de estudio de métodos y tiempos, con el fin de aumentar la calidad de los productos y la rentabilidad de la compañía.

Se identificó que a través de la compra de una máquina de bordar con 4 cabezotes que trabaja a 1.100 puntadas por minuto se podría reducir los tiempos de bordado de 427,2 a 388,2 lo cual generaría más ganancia y podría reducir el número de productos defectuosos a causa de fallas en la maquina por mal posicionamiento y mal flujo del hilo.

PÉREZ, Erika. Estudio del método de trabajo y estandarización de tiempos para la optimización de la producción y creación de indicadores de productividad. Tesis (Ingeniero de alimentos). Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2014. 149 pp. Su objetivo se enfocó en: estandarizar las operaciones para mejorar sus procesos productivos y reducir costos de producción. Se realizó el levantamiento de la información mediante toma de tiempos y diagramación de los procesos con el fin de identificar problemas que ocasionan los sobrecostos. De acuerdo a la diagramación actual del proceso se considera que INALPROCES sigue un proceso lineal con pocas operaciones, que son secuenciales y no pueden ser eliminadas ya que cada una de ellas son parte fundamental del proceso. En la búsqueda del problema se encontraron focos de mejora en cada operación y se identificó a la falta de estandarización de tiempos como el problema raíz. Se mejoró en las operaciones de fritura y recepción; disminuyendo tiempos de rebanado en fritura de 22,91 min a 20,97 min con 66,95 kilos de producto pelado para procesar, en la recepción el transporte a la balanza disminuyó de 0,28 min a 0,14 min por 66,95 kilos transportados a bodega. Finalmente con las mejoras implementadas se elevó la eficacia en un 13,95%, la Eficiencia en un 29,78%, y se elevó la productividad a 30,07%.

ZAMORA, Pablo. Estudio de métodos, tiempos, movimientos y cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la empresa ECUATRAN S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Ambato - Ecuador. Universidad Técnica de Ambato, 2014. 369 pp. Su objetivo principal fue realizar el estudio de métodos, tiempos, movimientos y el cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la Empresa ECUATRAN S.A. Luego del estudio de tiempos de cada transformador se comprobó que los mismos dependían de la potencia del transformador, a mayor potencia mayor dificultad en su elaboración así por ejemplo una bobina de un transformador trifásico subestación de 15 KVA tiene un tiempo de fabricación de 2,22 horas mientras que la de un transformador de 750 KVA tiene un tiempo estándar de 6,77 horas, los diagramas de actividades determinaron que la ocupación de la maquina es mucho menor a la operario en el ciclo de fabricación, esto es debido a las operaciones manuales que realiza el operario sobre la bobina mientras la maquina se encuentra inactiva. El método de fabricación actual trabaja con máquinas manuales, lo que obliga a la permanencia constante del operario en la fabricación del su ensamble.

1.2.2 Trabajos Nacionales

CHÁVEZ, Elmes y SILVA, Luis. Aplicación de un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la confección de camisas en la empresa La Competidora S.A.C. Chiclayo. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Señor de Sipan, 2012.

Su objetivo fue se desarrollar competencias para adoptar los métodos propuestos, logrando la reducción de tiempos de producción, incrementando los beneficios de la empresa.

Se llegó a la conclusión que La aplicación del Estudio de Tiempos y Movimientos registro que la productividad en la confección de camisas se incrementó en el producto 1 en un 15.3%, el producto 2 en 17.51%, el producto 3 en un 16.51 %, el producto 4 en 18.48%, el producto 5 en 13.54 %, producto 6 en 15.35%, el producto 7 en 12.63 % y el producto 8 en 14.47 % de la empresa La Competidora SAC.

CHECA, Pool. Propuesta de Mejora en el Proceso Productivo de la Línea de Confección de Polos para incrementar la Productividad de la empresa Confecciones Sol. Tesis (ingeniero industrial). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2014. 279 pp.

Su objetivo fue desarrollar una propuesta de mejora en el proceso productivo, para incrementar la productividad de la línea de confección de polos en la empresa de confecciones Sol, la recolección de los datos se basó en la observación directa; Se procedió a la realización de la propuesta de mejora mediante: aplicación de estudio de tiempo y métodos de trabajo con el fin de estandarizar cada estación del proceso productivo.

En conclusión, se logró incrementar la productividad de línea de polos básicos a 90.68%, es decir una producción semanal de 759 prendas obteniendo un incremento del 58.04% respecto a la productividad inicial.

RUIZ, Heber. Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016. 222 pp. La presente investigación tuvo como objetivo mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L, utilizando para ello el estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva. Se realizó un estudio de tiempos para establecer el tiempo estándar; con la propuesta de mejora del método de trabajo se logra incrementar 48.93% el volumen libre en el almacén por hora utilizada, 1.05% la productividad de la

materia prima, 25.53%, la productividad de la mano de obra y un incremento de 3.67 % de eficiencia y la eficacia en 20 %.

ACUÑA, Diego. Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2012. 117 pp. Aplicó el diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos para incrementar la productividad; para la cual utilizó una metodología basada en la observación y análisis del registro de la toma de tiempos en las distintas líneas de producción. Los resultados logrados después de la aplicación de esta herramienta se vieron reflejados en la estandarización de tiempos en las líneas de producción pues se redujeron 9.12 minutos del tiempo de ciclo (por procesos completo); lo que se traduce en un incremento de la productividad de 13.1%. Esto significa que con la aplicación de la ingeniería de métodos se puede mejorar la productividad de la línea de producción aprovechando el tiempo sobrante.

ULCO, Claudia. Aplicación de Ingeniería de Métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2015. 172 pp. Esta tesis buscó incrementar la productividad de la mano de obra del sistema productivo de cajas de calzado de la empresa “Industrias Art Print” en el distrito El Porvenir de la ciudad de Trujillo a través de la aplicación de la ingeniería de métodos.

Se concluyó que el estudio consintió en mejorar la productividad de mano de obra del sistema productivo en un 19% con proporción a la situación inicial; esto se corroboró con el análisis estadístico al comparar la productividad antes y después de las mejoras realizadas a través de la prueba T-Student para muestras pareadas obteniendo un nivel de significancia P menor a 0.05; lo cual permitió aceptar la hipótesis de que la productividad de mano de obra obtenida después de la aplicación de la ingeniería de métodos es significativamente mayor que la productividad de mano de obra obtenida antes de ello.

1.3 Teorías relacionadas

1.3.1 Ingeniería de métodos

Según Niebel y Freivalds (2008, p.4), mencionan que “incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procesos, herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto”.

Para Palacios (2014, p.25), la ingeniería de métodos se encarga en integrar al operario en el proceso de producción de bienes o servicios, la labor consiste en decidir dónde se acopla mejor el trabajador en el proceso de transformar materias primas en productos terminados o prestar servicios.

1.3.1.1 Estudio de tiempos

Para Kanawaty (1996), el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo que se utiliza con el objetivo de registrar los tiempos y ritmos de trabajo que corresponden a los elementos de una tarea determinada, realizada en circunstancias normales (p.273).

García (2005), manifiesta que el estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una normal de rendimiento preestablecido (p.185).

Según Kanawaty (1996, p.293) las etapas principales del estudio de tiempos son:

- Obtener y registrar la mayor información posible a cerca de la labor, del operario y de las situaciones que logren intervenir en la ejecución del trabajo.
- Registrar la descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos.
- Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y establecer el tamaño de la muestra.
- Calcular el tiempo con un instrumento apropiado, universalmente se usa un cronómetro, y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada elemento de la operación.
- Determinar la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.

- Convertir los tiempos observados en tiempo básicos
- Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.

Suplementos:

Para García (2005, p.185), los suplementos que se deben considerar son: necesidades personales, suplementos por fatiga y tolerancias.

kanawaty (1996, p.335), menciona que el suplemento es el tiempo que se atribuye al trabajador con el objetivo de compensar los , los retrasos y elementos eventuales que son partes usuales de la tarea. Los suplementos se dividen en suplementos fijos y variables, los primeros se dividen en necesidades personales y por fatiga, y los variables se añaden cuando las condiciones ambientales son malas, cuando aumenta el esfuerzo y la ejecución para determinada tarea.

Las principales herramientas para la tomar tiempos son: cronómetro, tablero de observaciones y formulario de estudio de tiempos (Niebel y Freivalds, 2008, p.377).

Según kanawaty (1996, p.301) hay dos procedimientos primordiales para tomar tiempos con cronómetro: el cronometraje acumulativo donde el reloj funciona de manera ininterrumpida durante todo el estudio y el cronometraje con vuelta a cero en donde los tiempos se toman directamente, al acabar cada elemento se hace volver el segundero a cero y se lo pone de nuevo en marcha para cronometrar el siguiente elemento.

Cálculo del tiempo básico o normal

El tiempo normal, es el tiempo que se confiere a la operación multiplicado por un factor de valoración (V %), lo cual indica el ritmo con que se realizó dicha operación.

Tiempo Normal = Tiempo Observado x Factor de Valoración

Escalas de valoración

La valoración se utiliza como factor que multiplicada por el tiempo observado obtenemos el tiempo básico, es decir el tiempo que atrasaría en realizar el elemento al ritmo tipo el trabajador calificado.

En la actualidad se utilizan diversas escalas de valoración, las más comunes son la 100-133, la 60-80, la 75-100 y la norma británica 0-100 (Kanawaty, 1996, p.317).

Forma de efectuar la valoración

La cifra 100 significa el desempeño tipo, si el observador consta que la operación se lleva a cabo a una velocidad menor, es decir de acuerdo a la norma, entonces aplicará un factor inferior a 100, puede ser 90, 95 o lo que le parezca representar la realidad. Si el analista opina que el ritmo efectivo de trabajo es superior a la norma, aplicará un factor mayor a 100: 110, 115 o 120 respectivamente (Kanawaty, 1996, p.318).

El sistema Westinghouse

Se considera cuatro factores para evaluar la destreza del trabajador: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, (Niebel, 2008, p. 414)

Tiempo estándar

El tiempo estándar es la guía que mide el tiempo requerido para establecer una unidad de trabajo, se logra a través del empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que tiene la destreza requerida, que desarrolle una velocidad uniforme sin manifestar señales de fatiga (García, 2005, p.179).

El tiempo estándar es el tiempo demandado en que un operario calificado y capacitado efectúa su trabajo a un ritmo normal, agregándole los suplementos por fatiga y necesidades personales (Caso, 2004, p.20).

El tiempo estándar es el tiempo total de ejecución de una tarea más el suplemento por contingencias (Kanawaty, 1996, p.345).

1.3.1.2 Estudio de Métodos.

Para Kanawaty (1996), el estudio de métodos es el análisis de las formas de llevar a cabo procesos a través de métodos prácticos, con el objetivo de generar mejoras (p.19).

Zandin (2005), es una técnica que somete toda actividad a un análisis absoluto con el objetivo de eliminar cualquier elemento, actividad o movimiento irrelevante, para optimizar el método y la celeridad que se ejecutan las operaciones relevantes (p.45).

Según Summers (2006, p.223) “cuando se eliminan las actividades que no agregan valor se produce ahorro en tiempo, dinero y esfuerzo”.

Índice de actividades que agregan valor (IAAV), este indicador se encargará de medir la suma de actividades que agregan valor al proceso entre el total de actividades que se registran en el diagrama de actividades del proceso (DAP), considerando operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacén.

Objetivos del estudio de métodos

Según García (2005, p.35), el estudio de métodos tiene varios objetivos, los más significativos son:

- Mejorar los procesos.
- Mejorar el diseño de la fábrica o taller, equipo y lugar de trabajo.
- Disminuir el esfuerzo humano y la fatiga innecesaria.
- Economizar el uso de materiales máquina y mano de obra.
- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Hacer más rápido, sencillo y seguro el trabajo.

Procedimientos

Para Kanawaty (1996, p.77), el estudio de métodos consta de ocho etapas o pasos:

1. Seleccionar, el trabajo a estudiar y establecer sus límites.
2. Registrar, a través de observación directa los sucesos significativos relacionados con el trabajo y recolectar datos necesarios de fuentes apropiadas todos los datos necesarios.
3. Examinar, la forma como se efectúa el trabajo, su objetivo, el lugar donde se realiza, la secuencia y los métodos utilizados.
4. Establecer, el método más práctico, económico y eficaz, con el apoyo de las personas involucradas.
5. Evaluar, las diferentes alternativas para establecer un método nuevo y compararlo con el método actual en base a su relación costo-eficacia.
6. Definir, de manera clara el método nuevo para presentarlo a todo el personal involucrado.
7. Implantar, el método nuevo en la jornada de trabajo y capacitar a las personas sobre su uso.




8. Controlar, la aplicación del método nuevo y adoptar acciones para evitar volver al método anterior.

Técnicas del estudio de métodos

Diagrama de operaciones del proceso

Es la representación gráfica de los sitios en los que ingresan materiales en el proceso, permite optimizar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el objetivo de reducir los retrasos, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo (García 2005, p.45).

Tabla 3: Simbología de Diagrama de operaciones del proceso

Simbolo	Actividad	Significado
	Operación	seproduce o efectua algo
	Inspección	Cuando los objeto son examinados para verificar su calidad
	Aktividad combinada	Actividades conjuntas (operación e inspección)

Fuente: García (2005), p.43.

Figura 8: Ejemplo de Diagrama de operaciones del proceso

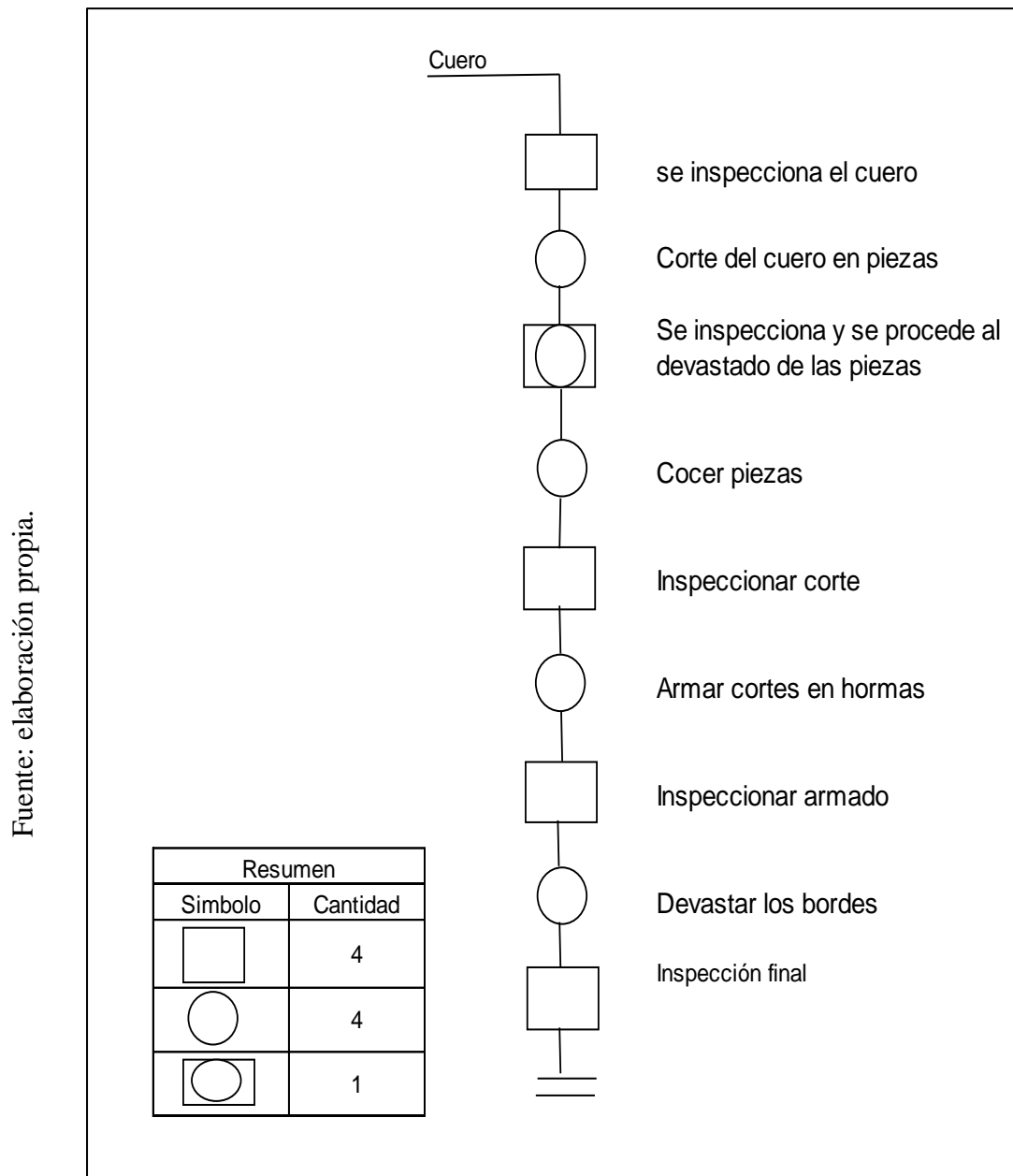







Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)

Para Meyers (2000) el diagrama de actividades del proceso es un gráfico que consiente en representar el proceso, inspecciones, operaciones, transportes, almacenajes y retrasos que se desarrollan en el mismo; permitiendo así una visión sistemática de los procesos (p.56).











Kanawaty (1996, p.91), señala que el cursograma analítico (DAP) es el diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

Tabla 4: Simbología del Diagrama de actividades del proceso

Simbolo	Actividad	Significado
	Operación	Indica la ejecución de un trabajo o las principales fases de un proceso
	Inspección	Se utiliza para control de calidad
	Transporte	Movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro
	Almacenamiento	Indica depósito de un objeto
	Demora	Retraso en el desarrollo de los hechos; ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas

Fuente: Kanawaty (1996), p.85.

Tabla 5. Ejemplo de Diagrama de actividades del proceso

Diagrama de actividades de proceso										
Diagrama Num. 1		Hoja Num. 1 de 1		Resumen						
Objeto: Motores de autobús usados				Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
				Operación 		4				
				Transporte 		16				
				Demora 		2				
Actividad: Desmontar, limpiar y desengrasar antes de la inspección				Inspeccion 		1				
				Almacenamiento 		1				
				Distancia (m)		161,5				
Metodo :		Actual			Tiempo (hora-hombre)					
Lugar: Taller de desengrase				Costos:						
Operario (s) :		Fecha Num.		Mano de obra						
				Materiales						
Compuesto por:		Fecha:		Totales						
Aprobado por:		Fecha:			Simbolo					
Descripcion		Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)						Observaciones
En almacén de motores usados										
Motor recogido										
Transportado hasta grúa siguiente			24							
Descargado en tierra										
Recogido										
Transportado hasta taller de desmontaje			30							Con grúa eléctrica
Descargado en tierra										
Desmontado										
Piezas principales limpiadas y extendidas										
Inspeccionado estado de las piezas										
Piezas llevadas a jaula de desengrase			3							Con grúa de mano
Cargadas para llevar a desengrasar										
transportar hasta desengrasadora			1,5							
Descargar en desengrasadora										
Desengrasar										
Sacar de desangrasadora										Con grúa de mano
Transportar desde desangrasadora			6							
Descargar en tierra										
Dejar enfriar										
Transportar hasta bancos de limpieza			12							
Limpiar										A mano
Colocar ya limpias en una caja			9							
Transportar hasta departamento de inspección			76							
Descargar y extender en mesa de inspección										
Depositar provisionalmente para inspección										
Total			161.5		4	16	2	1	1	

Fuente: Elaboración propia

Indicador del Estudio de Métodos

Índice de actividades que agregan valor.

Es el indicador que se encargará de medir la cantidad de actividades que agregan valor al proceso entre el total de actividades que se registran en el diagrama de actividades del proceso (DAP), es decir, considerando operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes.

Según Summers (2006, p.223) “cuando se eliminan las actividades que no agregan valor se produce ahorro en tiempo, dinero y esfuerzo”.

1.3.2 Productividad

Según García (2005) sostiene que “es el grado de rendimiento con que se emplea los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados” (p.9).

Kanawaty (1996), define “el término productividad puede usarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado” (p.4).

Además señala que es más difícil de calcular la productividad cuando intervienen bienes intangibles.

Gutiérrez (2010, p.21) afirma que la productividad está relacionada con los resultados que se consiguen en un proceso o un método, por lo que aumentar la productividad es alcanzar mejores resultados donde se consideran los recursos que se emplean para generarlos.

Para Prokopenko (1989, p.3), la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla, es decir es el uso eficiente de recursos en la producción de bienes y servicios.

Según York (1994, p.81) la productividad se define como la proporción entre entradas y salidas, las entradas como todo lo que se utiliza en el proceso y las salidas como todo lo que se produce.

1.3.2.1 Importancia de la Productividad

Es importante porque una parte del aumento del ingreso nacional bruto, se produce a través del mejoramiento de la eficacia y la calidad de la mano de obra, esto no significa la utilización de más trabajo y capital. En otras palabras, el ingreso del producto bruto interno

de un país, se acelera más que los elementos del insumo cuando la productividad mejora (Prokopenko, 1989, p. 6).

1.3.2.2 Factores de la productividad

Son dos los factores primordiales de componentes de productividad: Externos e internos, los primeros son los que permanecen externamente del control de una empresa determinada, y los factores internos son los que están sujetos a su control (Prokopenko, 1989, p. 9).

Unos factores internos varían más que otros entonces es necesario clasificarlos en dos grupos: duros (no fácilmente cambiables) y blandos (fáciles de cambiar). Los factores duros incluyen los productos, la tecnología, el equipo y las materias primas, mientras que los factores blandos incluyen la fuerza de trabajo, los sistemas y procedimientos de organización, los estilos de dirección y los métodos de trabajo (Prokopenko, 1989, p. 11).

Entre los factores externos se debe indicar las políticas estatales y los mecanismos institucionales; la situación política, social y económica; el clima económico; la disponibilidad de recursos financieros, energía, agua, medios de transporte, comunicaciones y materias primas. Estos factores afectan a la productividad dentro de una organización, algo que es difícil de controlar por la empresa (Prokopenko, 1989, p. 16).

Para medir la productividad usamos sus dimensiones eficiencia y eficacia las cuales describimos a continuación:

Eficacia

Según García (2005) “es el grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, etcétera” (p.19).

Para Gutiérrez (2010) “es el grado en el que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados” (p.21).

Eficiencia

García (2005, p.19), la eficiencia se alcanza cuando se adquiere un resultado ansiado con el mínimo de insumos, es decir es la manera en que se emplean los recursos de la organización.

Para Gutiérrez (2010), la eficiencia “es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (p, 21).

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

- ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.- San Martín de Porres, 2018?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.- San Martín de Porres, 2018?
- ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.- San Martín de Porres, 2018?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación técnica

El presente trabajo permitirá mostrar la mejora de la productividad a través de la aplicación de la ingeniería de métodos en el proceso productivo de la empresa, de esta manera se optimizará recursos que se verán reflejados en la calidad de los productos.

1.5.2 Justificación Social

Debido a las exigencias del mercado, es necesario generar un compromiso con el trabajador, mantenerlo motivado y comprometido ayudará a enfocarnos en las mejoras, recordemos que los trabajadores son parte fundamental para que la empresa consiga sus objetivos.

1.5.3 Justificación Económica

La empresa obtiene ingresos y estos provienen de la venta de prendas de vestir, es decir, que la venta sustenta a la empresa y los trabajadores, mejorar la productividad mediante la reducción de tiempos sería efectivamente útil, la implementación traerá consigo mayor utilidad para la empresa.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

- La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

- La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.-San Martín de Porres, 2018.
- La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.-San Martín de Porres, 2018.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

- Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.- San Martín de Porres, 2018.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.,- San Martín de Porres, 2018.
- Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.- San Martín de Porres, 2018.

II. MÉTODO

2.1 Metodología de la Investigación

2.1.1 Tipo de Investigación

2.1.1.1 Por su finalidad

El tipo de Investigación en el presente trabajo es aplicada, porque se pretende aplicar la ingeniería de métodos en la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L. con el propósito de mejorar la productividad. Para Valderrama (2013, p.164) una investigación es aplicada cuando tiene por finalidad la aplicación directa de los conocimientos ya existentes para satisfacer alguna necesidad y generar beneficios a la sociedad.

2.1.1.2 Por su nivel

Según Bernal (2010, p.115) la investigación explicativa posee como objetivo aprender el porqué de los sucesos, hechos o fenómenos, es por esto que se analizan las causas y efectos de las relaciones entre dos o más variables. En esta investigación el nivel o profundidad de la investigación es explicativa, porque explicará a través de la ingeniería de métodos como se va a incrementar la productividad en la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.

2.1.2 Diseño de Investigación

El diseño de la presente investigación es cuasi experimental, puesto que los sujetos no son asignados al azar a los grupos ni se emparejan, se mantienen intactos porque estos fueron conformados antes de la investigación, estos diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente la variable independiente para observar sus efectos sobre la variable dependiente (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.151).

Esquema del diseño, (Bernal 2010, p.154)

G: $O1 \rightarrow X \rightarrow O2$

Donde:

G: Grupo muestra a quienes se aplicará el experimento.

O1: Medición previa (productividad).

X: Variable Independiente (Ingeniería de métodos).

O2: Medición posterior (productividad).

Por su alcance temporal es longitudinal, porque la población de estudio será medida como mínima en dos oportunidades, una antes de la aplicación de la variable independiente y otra después, al respecto Bernal (2010, p.119) señala que, a diferencia de la investigación transversal que obtiene datos de un objeto en una sola oportunidad, en la investigación longitudinal se obtienen datos de la misma población en distintos momentos durante un período determinado, con la finalidad de examinar sus variaciones en el tiempo.

2.2 Variables de operacionalización

2.2.1 Definición Conceptual

Ingeniería de métodos (Variable Independiente)

La ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procesos, herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto (Niegel y Freivalds, 2004, p.4).

Productividad (Variable dependiente)

Grado de rendimiento con que se utilizan los recursos disponibles para lograr objetivos establecidos (García, 2005, p.9).

La productividad es la relación entre la producción conseguida por un proceso de producción y los recursos empleados para obtenerla (Prokopenko, 1989, p. 3).

2.2.2 Definición Operacional

Ingeniería de métodos (Variable Independiente)

Es una técnica que permite detectar las tareas no productivas para poder aplicar las mejoras correspondientes e incrementar la productividad.

Productividad (Variable dependiente)

La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenidos y los recursos utilizados para obtener dicha producción, es el resultado de la multiplicación de la eficiencia y eficacia.

2.2.3 Dimensiones

2.2.3.1 Dimensiones de la Variable Independiente

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar con exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada (García 2005, p.185).

Fórmula: Tiempo Estándar

$$TE = TN \times (1 + S)$$

Donde: TN es el tiempo normal y S los suplementos (descansos, refrigerios, etcétera).

Estudio de Métodos

El estudio de métodos es el registro y examen crítico de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras (Kanawaty, 1996, p.19).

Fórmula: Índice de Actividades que agregan valor

$$AAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA}$$

Donde, IAAV es el índice de actividades que agregan valor, AAV son actividades que agregan valor y TA es el total de actividades observadas en el diagrama de actividades del proceso.

2.2.3.2 Dimensiones de la Variable Dependiente

Eficacia

La eficacia es la forma de lograr los resultados anhelados y puede ser un reflejo de cantidad y calidad, es decir es hacer lo correcto (García, 2005, p.19).

Fórmula: Eficacia del proceso

$$Eficacia = \frac{PR}{PP} \times 100\%$$

Dónde, PR es la producción real y PP es la Producción programada

Eficiencia

La eficiencia se alcanza si se consigue un efecto deseado con el mínimo de insumos; es

decir, se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad (García 2005, p.19).

Fórmula: Eficiencia del proceso

$$Eficiencia = \frac{TU}{TT} \times 100\%$$

Donde, TU es el tiempo útil del proceso y TT el tiempo total.

Tabla 6. Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente	Incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procesos, herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto (Niebel y Freivalds, 2004, p.4)	A través de la ingeniería de métodos se logra optimizar recursos dentro de una organización.	Estudio de tiempos	Tiempo estándar TE = TN x(1+S)	Razón
Ingeniería de métodos				TE: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: Suplementos	
			Estudio de métodos	Índice de actividades que agregan valor(AAV)	Razón
AAV= $\frac{\sum AAV}{\sum TA}$ X 100% AAV: Actividades que agregan valor TA: Total de actividades del DAP					
Variable dependiente	Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados (García, 2005, p.9)	Al mejorar la eficacia y eficiencia se puede lograr el incremento de la productividad de la empresa logrando mayor rentabilidad.	Eficacia	Eficacia del proceso Eficacia = (PR/PP) x 100% PR: Producción real PP: Producción programada	Razón
Productividad				Eficiencia del proceso Eficiencia = (TU/TT) x 100% TU: Tiempo útil TT: Tiempo total	

Fuente: elaboración propia

Tabla 7. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018?	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018.	La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018?	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018.	La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018.
¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018?	Determinar de qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018.	La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martin de Porres, 2018.

Fuente: elaboración propia

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Hurtado (2000, p. 152) la población es un conjunto de elementos, seres o elementos, concordantes entre sí en cuanto a una serie de características, de los cuales se desea obtener alguna información.

Baptista (2014, p.174) la población debe definirse claramente por sus especificaciones de contenido, lugar y tiempo.

La presente investigación tiene como población la producción de prendas durante 3 meses.

2.3.2 Muestra

Es la porción de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio (Bernal, 2010, p.161).

Para Valderrama (2013, p.184) la muestra es un subconjunto de una población al tener las características de esta. La muestra en la presente investigación será igual a la población de estudio, la producción de prendas durante 3 meses.

2.3.3 Muestreo

Cardona (2002, p.123) señala, cuando la muestra ha sido designada igual a la población, no debe existir un muestreo; por consiguiente, el estudio no presentará un tipo de muestreo.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Según Bernal (2010, p.196) en la actualidad existen muchas técnicas e instrumentos de recolección de datos que se eligen de acuerdo a la investigación.

2.4.1 Técnicas

Las técnicas de recolección de datos son las diferentes formas de conseguir la información entre las principales tenemos la observación directa, la encuesta, la entrevista y otras (Fidias, 2010, p.111).

La técnica empleada en la presente investigación será la observación, lo que consiente en registrar las características de las variables de estudio.

2.4.2 Instrumento

Los instrumentos son los medios que se utilizan para recoger y almacenar la información, tenemos fichas, formatos de cuestionario, guía de entrevista, lista de cotejo, cámara fotográfica o de video entre otros (Fidias 2010, p.111).

En este trabajo para establecer el tiempo estándar del proceso se recurre al registro de los tiempos que se emplean en cada actividad mediante el uso de un cronómetro. Además se usarán instrumentos como: hojas de verificación de toma de tiempos, ficha de registro del diagrama de actividades del proceso y la ficha de registro de eficiencia, eficacia y productividad.

2.4.3 Validez

Indica el grado con que logran inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos, un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado (Bernal, 2010, p.247).

La validación en la presente investigación será realizada a través del Juicio de expertos, en este caso tres ingenieros con el grado mínimo de Magister de la Universidad César Vallejo, ver anexo 4.

2.4.4 Confiabilidad

Es el nivel en que un instrumento produce resultados adecuados y relacionados de una medición a las siguientes, la interrogación clave para determinar la confiabilidad de un instrumento de medición es: ¿si se miden fenómenos o eventos una y otra vez con el mismo instrumento de medición, se obtienen los mismos resultados u otros muy similares? Si la respuesta es afirmativa, se dice que el instrumento es confiable. (Bernal, 2010, p. 247).

2.5 Método de análisis de datos

El análisis estadístico a utilizar es el descriptivo y el inferencial. Asimismo los datos serán recopilados y detallados a lo largo de la investigación, es decir antes y después, haciendo uso del software Microsoft Excel y SPSS.

2.5.1. Análisis descriptivo:

Usa las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y las medidas de variabilidad (rango, desviación estándar, coeficiente de variabilidad y varianza); además de gráficos (Valderrama, 2014, p.230).

2.5.2. Análisis inferencial:

Se encuentran las pruebas de comparación de medias con la finalidad de contrastar las hipótesis; es así que, se utiliza la prueba de “Shapiro Wilk” cuando la muestra es menor o igual a 30; o si es mayor a 30 se usa Kolmogorov Smirnov. De acuerdo a ello, se procederá a realizar las pruebas de T-Student si las variables son paramétricas, o Wilcoxon en el caso de obtener variables no paramétricas.

2.6 Aspectos éticos

La presente investigación demuestra el respeto a la propiedad intelectual, puesto que cada autor consultado ha sido citado bajo las normas ISO 690. Los datos de análisis de la cantidad producida son proporcionados por la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.

2.7 Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Descripción de la empresa

Creaciones Bihaone E.I.R.L., con RUC: 20600655290 ubicada en Calle 4 Mz.E Lt.4 Asoc. Paraíso Florido, San Martín de Porres (SMP), representada por el Sr. Dante Vega Fernández, es una empresa que se dedica a la fabricación de prendas de vestir, sus productos son elaborados con algodón pima, inició sus actividades en el año 2015, cuenta con 6 personas que laboran en un solo turno de 8 horas diarias trabajando de lunes a sábado, Sus productos son distribuidos en Lima y provincias.

Productos

Entre sus principales productos que ofrece la empresa tenemos: trusas para niños y niñas, que son solicitados de acuerdo a los clientes.

Tabla 8. Productos de la empresa.

Trusas para niños	Trusas para niñas
	

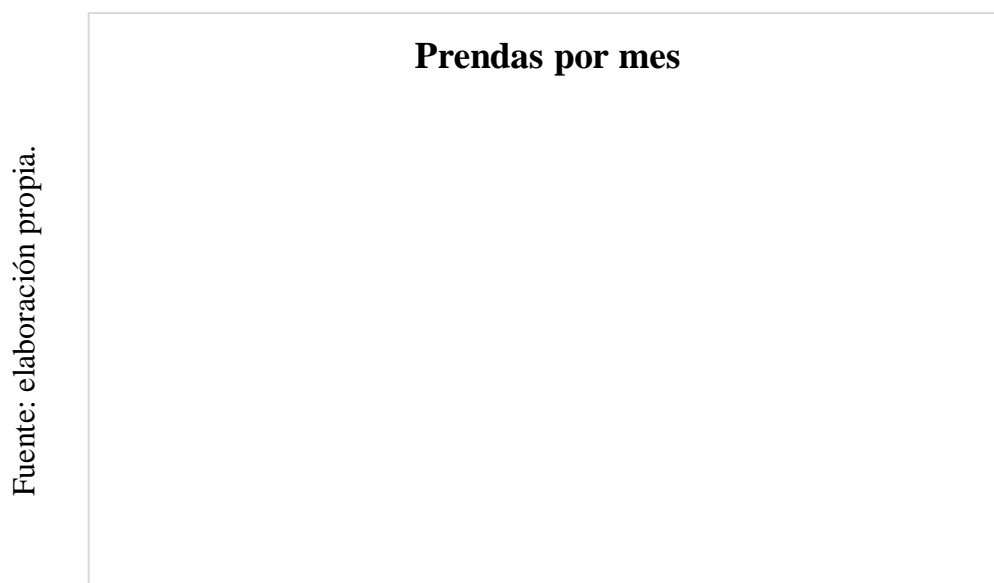
Fuente: Elaboración propia, Fotos de la empresa.

Principales Indicadores Claves de Procesos (KPI)

La utilidad de medir los procesos es para conocer el estado actual de sus actividades y recoger datos históricos para tener un seguimiento a lo largo del tiempo con esto se puede conocer la evolución del desempeño del proceso, y se facilita la toma de decisiones y la identificación de resultados anormales o de tendencias positivas o negativas, además podemos fijar objetivos y valores de referencia para saber si nuestras actividades funcionan correctamente, o si debemos hacer cambios.

En la siguiente tabla se detalla la producción de los últimos 6 meses previos a la recolección de datos del pre- test expresadas en unidades en base a información de la empresa.

Figura 9. Nivel de producción (2017).



Visión: Ser reconocidos a nivel nacional como una empresa líder en confecciones de prendas de vestir en el año 2021, garantizando la calidad de nuestros productos.

Misión: Somos una empresa que se dedica a producir prendas de vestir de buena calidad de acuerdo al mercado, logrando satisfacer las necesidades de nuestros clientes y contribuyendo al desarrollo económico del país.

Valores:

Trabajo en equipo: Se respeta las opiniones o sugerencias de los trabajadores en cuanto al proceso, de esta manera lograremos llegar a cumplir nuestros objetivos como empresa.

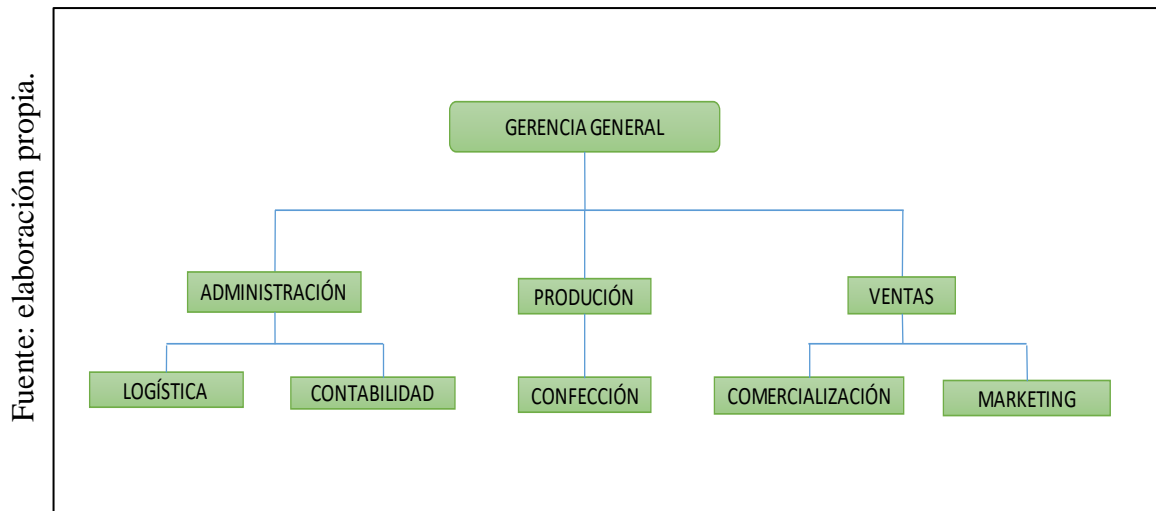
Responsabilidad: Cumplir con los pedidos a nuestros clientes.

Respeto: Consideración mutua entre trabajadores y jefe.

2.7.1.1 Organigrama de la empresa

La empresa está representada por el señor Dante Vega Fernández (dueño), cuenta con las áreas de administración (logística y contabilidad), producción (confección) y ventas (comercialización y marketing), Cada una de estas áreas están bajo su responsabilidad, en la figura 10 se puede apreciar el organigrama.

Figura 10. Organigrama de la empresa



2.7.1.2 Descripción del proceso productivo

Para la elaboración de una prenda se utiliza tela, hilos, cinta elástica y etiquetas que se encuentran en el área de almacén para ser distribuidos durante el proceso de confección.

En el proceso se utilizan diversas máquinas, entre ellas tenemos: cortadora, remalladora, elastiquera y recubridora.

A continuación se detalla la cantidad y nombre de las máquinas empleadas para elaborar los productos de la empresa.

Tabla 9. Máquinas utilizadas en el proceso de producción.

Número de máquinas	Nombre de máquina
3	Remalladora
1	Elastiquera
2	Recubridora

Fuente: elaboración propia.

A continuación se describe los procesos productivos de una prenda.

Corte de tela:

El proceso de corte de tela consiste en cortar la tela de acuerdo al tamaño de la prenda que se va a confeccionar, respetando medida del molde.

Confección:

Consiste en armar las piezas cortadas en el anterior proceso y luego de pasar por las diferentes máquinas se obtiene el producto final, a continuación se describe las actividades que se realiza en cada máquina:

Remalladora: se une las piezas cortadas.

Elastiguera: se remalla cinta elástica al contorno de la prenda.

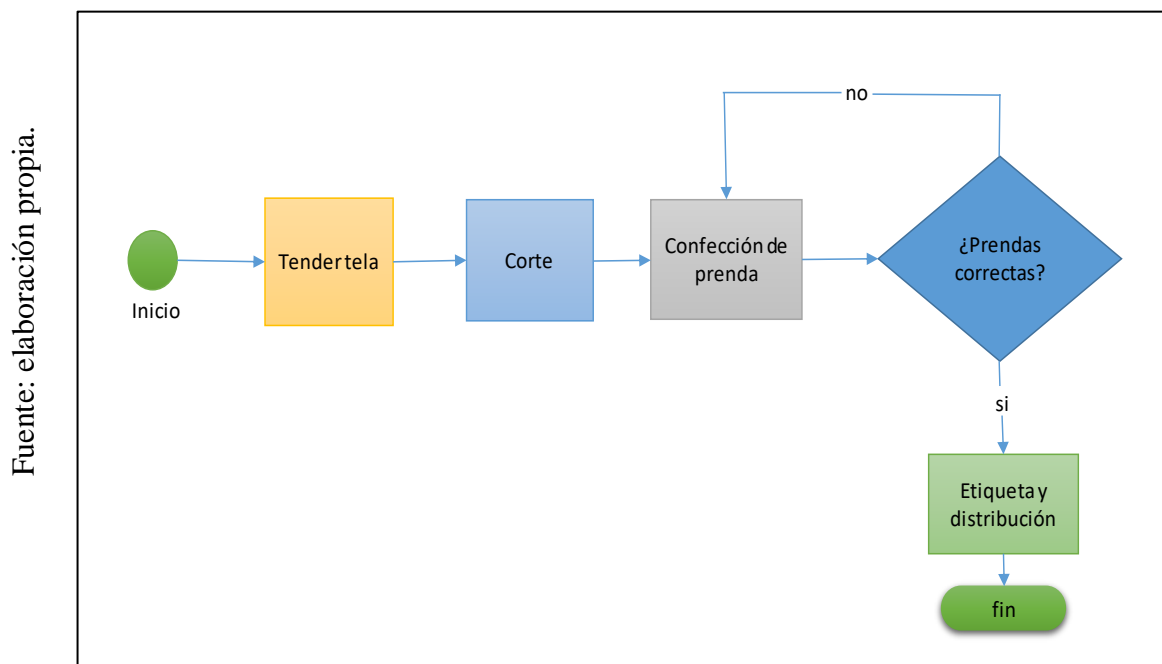
Recubridora: se hace una costura cubriendo la cinta elástica pegada en la máquina anterior.

Remalladora: es donde se cose la prenda los lados laterales.

Acabados:

En el proceso de acabados se trata de inspeccionar que la prenda esté limpia de hilos, además se hace el etiquetado respectivo de acuerdo a la talla de la prenda.

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso



En la figura 11, se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de una prenda desde que ingresa la materia prima (tela) hasta que termine el proceso.

Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso productivo.

Fuente: elaboración propia.

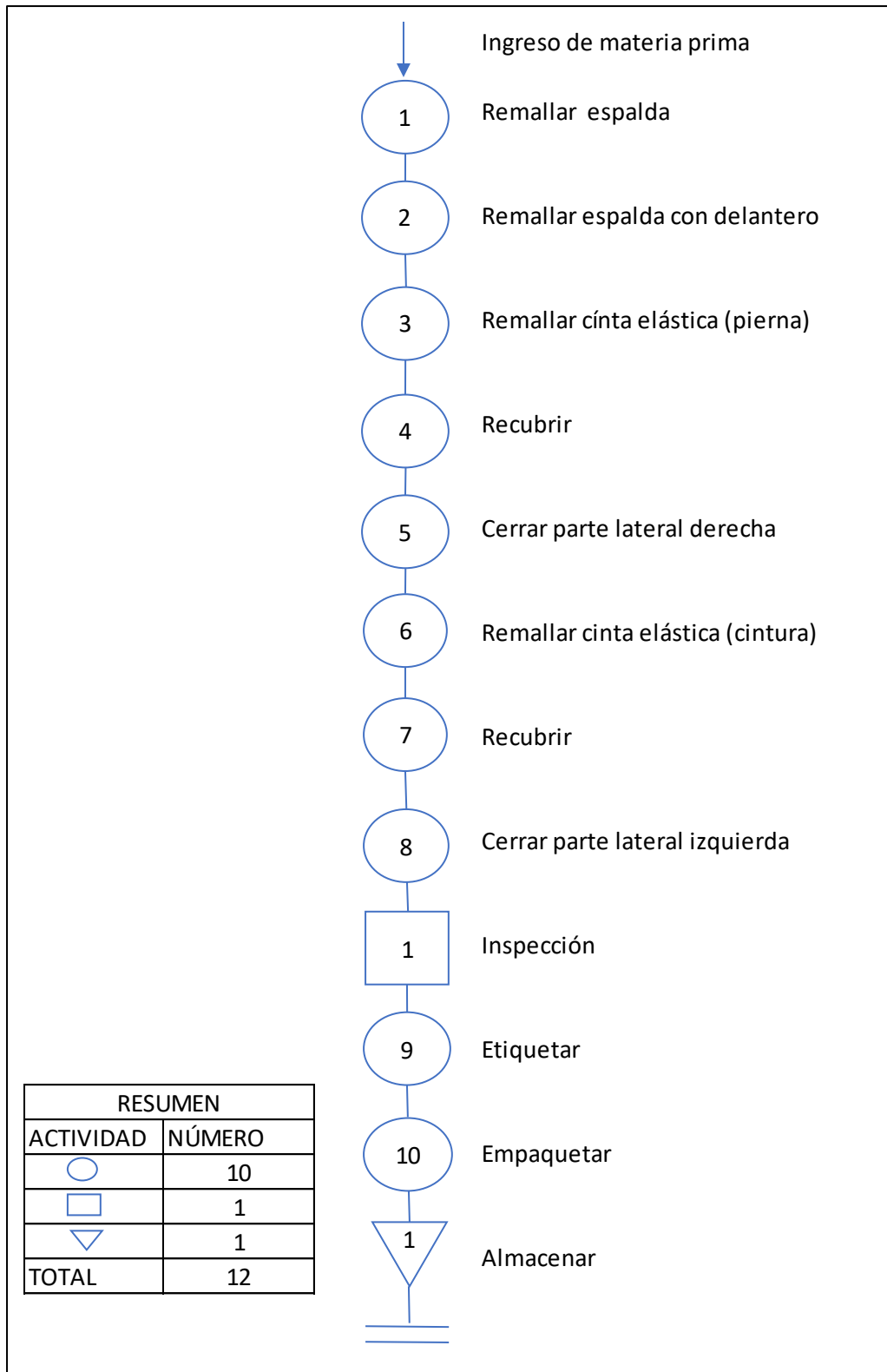


Tabla 10. Diagrama de Actividades del proceso (Pre-test)

Diagrama de actividades del proceso (DAP) Pre- test												
Empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.			RESUMEN									
			ACTIVIDAD			PRE- TES		POS -TEST		ECONOMÍA		
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1			Operación ○			14						
Objeto:			Transporte ➡			13						
Truza para niñas			Espera ▢			0						
			Inspección □			1						
Actividad: Confeccionar Prenda			Almacenamiento ▽			2						
Método: Actual			Distancia (m)			72,8						
Lugar: Área de Producción			Tiempo (min)									
Operario(s):			Costo									
Compuesto por: César Campos Delgado			Mano de obra									
Aprobado por:			Material									
Fecha: Octubre 2017			Total									
Descripción			Cantidad 1 unidad	Dis- tancia (m)	Tiem- po (seg.)	Símbolo					Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor
Ítem	Actividad					○	➡	▢	□	▽		
1	Piezas cortadas almacenadas											x
2	transporte a máquina remalladora			8	0,21							x
3	Remallar espalda				8,30						x	
4	Transporte a mesa de corte			6,3	0,10							x
5	cortar				2,00						x	
6	transporte a máquina remalladora			6,3	0,10							x
7	Unir espalda con delantero				8,13						x	
8	Transporte a mesa de corte			6,3	0,10							x
9	cortar				2,00						x	
10	transporte a máquina elasticadora			4,3	0,08							x
11	Remallar cinta elástica (pierna)				11,90						x	
12	transporte a máquina recubridora			2,4	0,05							x
13	Recubrir				14,13						x	
14	transporte a mesa de corte			7,2	0,10							x
15	cortar				3,00						x	
16	transporte a máquina remalladora			7,2	0,13							x
17	Cerrar lado derecho				5,23						x	
18	transporte a máquina elasticadora			2,4	0,05							x
19	Remallar cinta elástica (cintura)				6,00						x	
20	Transporte a máquina recubridora			1,3	0,04							x
21	Recubrir				6,10						x	
22	Transporte a mesa de corte			5,1	0,10							x
23	cortar				2,00						x	
24	Transporte a máquina remalladora			8	0,13							x
25	Cerrar prenda				6,80						x	
26	transporte a mesa de corte			8	0,13							x
27	Inspección de prenda				2,10							x
28	Etiquetado				2,10						x	
29	empaquetar				2,08						x	
30	Almacenamiento											x
Total				72,8	83,18	14	13		1	2	14	16

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 10, el DAP muestra detalladamente todas las actividades que se realizan en la elaboración de una prenda, se observa el tiempo empleado para el proceso de confección de una prenda que es de 83,18 segundos.

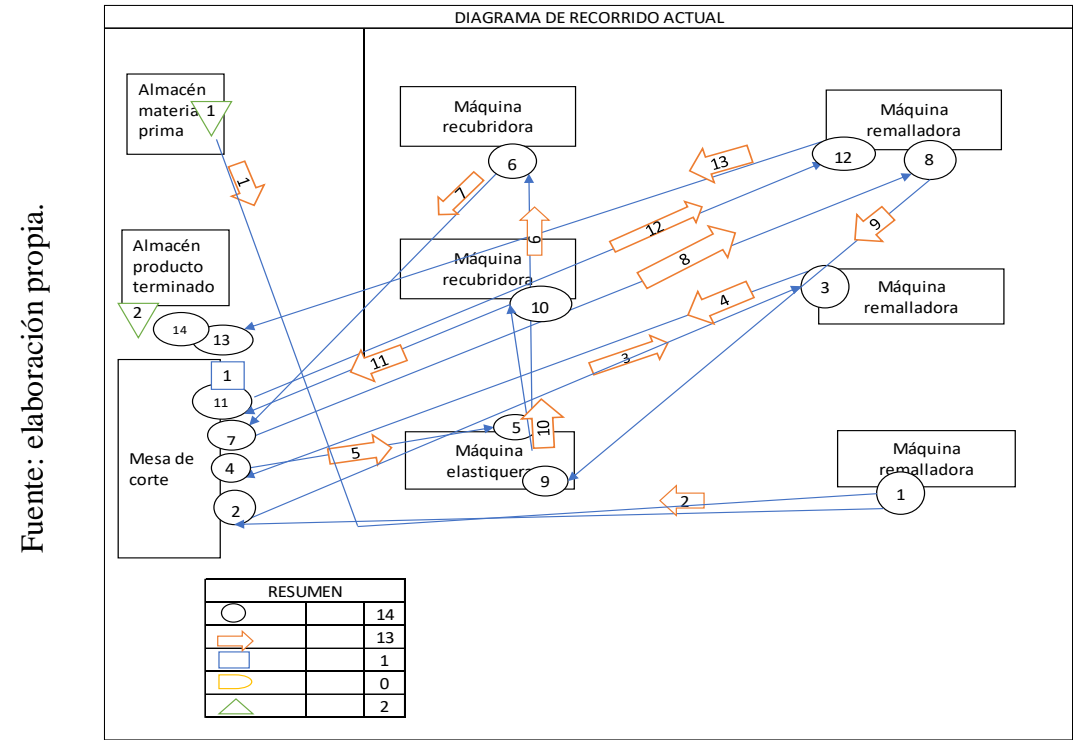
El proceso inicia con el transporte de las piezas cortadas que son llevadas del almacén a las remalladoras donde se unen las piezas, luego pasan a la máquina elasticadora donde se pone

la cinta elástica, después pasa la prenda a la recubridora, luego se cierra en la remalladora y pasa de nuevo a la elastiquera, posteriormente a la recubridora y finalmente a la remalladora, con esto termina el proceso de confección y continúa con etiquetado y almacenado.

$$AAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\% = \frac{14}{30} = 46,7\%$$

Las actividades que agregan valor representan el 46,7 % del total de actividades mientras que las actividades que no agregan valor representan el 53,3%.

Figura 13. Diagrama de recorrido actual.



Como se observa en la figura 13, se muestra el diagrama de recorrido actual, siendo 72,8 metros el total de recorrido.

Toma de tiempos

En la tabla 10, se puede verificar los tiempos antes de la mejora, están calculados en segundos y tenemos 30 tomas para cada actividad posteriormente se hace un promedio del total de observaciones.

Tabla 11.Toma de tiempos del proceso de producción 2017.

Toma de tiempos inicial - proceso de producción de prendas - Creaciones Bihaone E.I.R.L. 2017.																																		
Empresa:		Creaciones Bihaone E.I.R.L.																																
Método:		PRE-TEST	POST-TEST																															
Elaborado por:		Campos Delgado, César Eyner																																
Producto:		1 trufa para niña																																
ítem	Actividades	Tiempo observado en segundos																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Promedio		
1	transporte de piezas a remalladora	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,21	
2	Remallar espalda	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,30	
3	Transporte a mesa de corte	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	
4	cortar	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,00	
5	transporte a máquina remalladora	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	
6	Unir espalda con delantero	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	9,0	8,13	
7	Transporte a mesa de corte	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	
8	cortar	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,00	
9	transporte a máquina elastiguera	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,08	
10	Remallar cinta elástica (pierna)	12	12	12	12	4	12	12	12	12	12	13	12	12	13	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	12	12	12	12	13	11,90	
11	transporte a máquina recubridora	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	
12	Recubrir	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	14	15	14	14	14	14	14	14	14	16	14	14	14	14,13
13	transporte a mesa de corte	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	
14	cortar	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,00	
15	transporte a máquina remalladora	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	
16	Cerrar lado derecho	5,0	6,0	5,0	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,23	
17	transporte a máquina elastiguera	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	
18	Remallar cinta elástica (cintura)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,00	
19	Transporte a máquina recubridora	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
20	Recubrir	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,10	
21	Transporte a mesa de corte	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	
22	cortar	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,00	
23	Transporte a máquina remalladora	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	
24	Cerrar prenda	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,80	
25	transporte a mesa de corte	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13	
26	Inspección de prenda	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,10	
27	Etiquetado	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,10	
28	empaquetar	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,08	

Fuente: elaboración propia

Tabla 12: Tiempo estándar del proceso de producción.

Cálculo del tiempo estándar- Creaciones Bihaone E.I.R.L.										
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.						Método			
Elaborado por:	Campos Delgado, César Eyner						PRE-TEST		POST-TEST	
Producto:	1 traza de niña									
Ítem	Actividades	Tiempo promedio observado	Westinghouse				Factor de valoración	Tiempo normal	Total de suplementos	Tiempo estándar (segundos)
			H	E	CD	CS				
1	transporte de piezas a remalladora	0,21	0,00	0,00	-0,03	-0,02	0,95	0,20	0,15	0,23
2	Remallar espalda	8,30	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	8,05	0,15	9,26
3	Transporte a mesa de corte	0,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,10	0,15	0,11
4	cortar	2,00	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	1,94	0,15	2,23
5	transporte a máquina remalladora	0,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,10	0,15	0,11
6	Unir espalda con delantero	8,13	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	7,89	0,15	9,07
7	Transporte a mesa de corte	0,10	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	0,10	0,15	0,11
8	cortar	2,00	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	1,94	0,15	2,23
9	transporte a máquina elasticadora	0,08	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,08	0,15	0,09
10	Remallar cinta elástica (pierna)	11,90	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	11,78	0,15	13,55
11	transporte a máquina recubridora	0,05	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,99	0,05	0,15	0,06
12	Recubrir	14,13	0,03	-0,04	-0,03	-0,02	0,94	13,29	0,15	15,28
13	transporte a mesa de corte	0,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,10	0,15	0,11
14	cortar	3,00	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	2,97	0,15	3,42
15	transporte a máquina remalladora	0,13	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,12	0,15	0,14
16	Cerrar lado derecho	5,23	0,03	-0,08	0,00	-0,02	0,93	4,87	0,15	5,60
17	transporte a máquina elasticadora	0,05	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,05	0,15	0,06
18	Remallar cinta elástica (cintura)	6,00	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	5,82	0,15	6,69
19	Transporte a máquina recubridora	0,04	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	0,04	0,15	0,05
20	Recubrir	6,10	0,03	-0,04	-0,03	-0,02	0,94	5,73	0,15	6,59
21	Transporte a mesa de corte	0,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,10	0,15	0,11
22	cortar	2,00	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	1,94	0,15	2,23
23	Transporte a máquina remalladora	0,13	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,12	0,15	0,14
24	Cerrar prenda	6,80	0,06	-0,08	0,00	-0,02	0,96	6,53	0,15	7,51
25	transporte a mesa de corte	0,13	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,12	0,15	0,14
26	Inspección de prenda	2,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	2,04	0,15	2,34
27	Etiquetado	2,10	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	2,08	0,15	2,39
28	empaquetar	2,08	0,03	-0,08	0,00	0,00	0,95	1,98	0,15	2,27
Tiempo total										92,12

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el tiempo estándar se consideró los suplementos por necesidades personales 5%, fatiga 4% y tolerancias por demoras 6% (se considera el tiempo que tarda en cambiar de color los hilos y el cambio de agujas por rotura).

Al tiempo promedio le multiplicamos por el factor de valoración calculado mediante Westinghouse como resultado obtenemos el tiempo normal, a este le sumamos los suplementos y obtenemos el tiempo estándar por cada actividad. Finalmente se puede observar en la tabla 12, que el proceso de elaboración de una prenda tiene una duración de 92.12 segundos, lo que equivale a 1.54 minutos por prenda.

2.7.1.3 Estimación de la productividad actual (pre-test)

Luego del cálculo del tiempo estándar, se continúa con el cálculo de las unidades programadas del proceso de producción de prendas de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L. Previamente se necesita calcular la capacidad instalada, usando la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{total minutos diarios}}{\text{Tiempo Estándar}} \times \text{número de máquinas}$$

Tabla 13: Cálculo de la capacidad instalada

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA (PRE- TEST)			
Número de máquinas	Tiempo total (minutos)	Tiempo estándar(minutos)	Capacidad instalada
6	480	1,54	1870

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 13, se aprecia que teóricamente se pueden producir 1870 prendas diarias. Teniendo la capacidad instalada, se calcula las unidades que realmente se van a producir por día, usando la siguiente la fórmula:

$$\text{Unidades planificadas} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

El factor de valoración se estableció conjuntamente con el gerente de la empresa.

Tabla 14: Cálculo de unidades programadas por día.

Unidades programadas por día		
Capacidad instalada	Factor de valoración	Unidades programadas
1870	80%	1496

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 14, se muestra la cantidad programada por día que son 1, 496 unidades, luego se procede a calcular la productividad de la empresa.

Tabla 15: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad agosto 2017 (Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - AGOSTO 2017							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/08/2017	480	325	1496	1268	67,80%	84,76%	57,47%
02/08/2017	480	326	1496	1269	67,86%	84,83%	57,56%
03/08/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
04/08/2017	480	331	1496	1290	68,98%	86,23%	59,48%
05/08/2017	480	329	1496	1283	68,60%	85,76%	58,84%
06/08/2017	Domingo						
07/08/2017	480	320	1496	1246	66,63%	83,29%	55,49%
08/08/2017	480	317	1496	1237	66,15%	82,69%	54,69%
09/08/2017	480	330	1496	1285	68,71%	85,90%	59,02%
10/08/2017	480	337	1496	1312	70,16%	87,70%	61,53%
11/08/2017	480	325	1496	1268	67,80%	84,76%	57,47%
12/08/2017	480	330	1496	1286	68,77%	85,96%	59,11%
13/08/2017	domingo						
14/08/2017	480	332	1496	1295	69,25%	86,56%	59,94%
15/08/2017	480	338	1496	1316	70,37%	87,97%	61,90%
16/08/2017	480	322	1496	1256	67,16%	83,96%	56,39%
17/08/2017	480	331	1496	1288	68,87%	86,10%	59,30%
18/08/2017	480	321	1496	1249	66,79%	83,49%	55,76%
19/08/2017	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
20/08/2017	domingo						
21/08/2017	480	329	1496	1280	68,44%	85,56%	58,56%
22/08/2017	480	322	1496	1253	67,00%	83,76%	56,12%
23/08/2017	480	333	1496	1299	69,46%	86,83%	60,31%
24/08/2017	480	322	1496	1254	67,05%	83,82%	56,21%
25/08/2017	480	338	1496	1315	70,32%	87,90%	61,81%
26/08/2017	480	332	1496	1295	69,25%	86,56%	59,94%
27/08/2017	domingo						
28/08/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
29/08/2017	480	334	1496	1301	69,57%	86,97%	60,50%
30/08/2017	feriado						
31/08/2017	480	333	1496	1298	69,41%	86,76%	60,22%
Total					68,50%	85,63%	58,68%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 15, se puede observar que la eficiencia es 68,50%, eficacia 85,63% y productividad 58,68%.

Tabla 16: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad Setiembre 2017. (Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - SETIEMBRE 2017							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/09/2017	480	322	1496	1256	67,16%	83,96%	56,39%
02/09/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
03/09/2017	domingo						
04/09/2017	480	332	1496	1295	69,25%	86,56%	59,94%
05/09/2017	480	323	1496	1258	67,27%	84,09%	56,57%
06/09/2017	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
07/09/2017	480	321	1496	1250	66,84%	83,56%	55,85%
08/09/2017	480	320	1496	1247	66,68%	83,36%	55,58%
09/09/2017	480	336	1496	1310	70,05%	87,57%	61,34%
10/09/2017	domingo						
11/09/2017	480	331	1496	1288	68,87%	86,10%	59,30%
12/09/2017	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
13/09/2017	480	334	1496	1302	69,62%	87,03%	60,59%
14/09/2017	480	327	1496	1273	68,07%	85,09%	57,92%
15/09/2017	480	334	1496	1303	69,67%	87,10%	60,69%
16/09/2017	480	327	1496	1273	68,07%	85,09%	57,92%
17/09/2017	domingo						
18/09/2017	480	322	1496	1256	67,16%	83,96%	56,39%
19/09/2017	480	321	1496	1249	66,79%	83,49%	55,76%
20/09/2017	480	320	1496	1248	66,73%	83,42%	55,67%
21/09/2017	480	329	1496	1283	68,60%	85,76%	58,84%
22/09/2017	480	335	1496	1306	69,83%	87,30%	60,97%
23/09/2017	480	333	1496	1299	69,46%	86,83%	60,31%
24/09/2017	domingo						
25/09/2017	480	332	1496	1294	69,19%	86,50%	59,85%
26/09/2017	480	327	1496	1273	68,07%	85,09%	57,92%
27/09/2017	480	336	1496	1309	70,00%	87,50%	61,25%
28/09/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
29/09/2017	480	335	1496	1305	69,78%	87,23%	60,87%
30/09/2017	480	332	1496	1295	69,25%	86,56%	59,94%
Total					68,52%	85,65%	58,70%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 16, se puede observar que la eficiencia es 68,52%, eficacia 85,65% y productividad 58,70%.

Tabla 17: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad Octubre 2017(Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - OCTUBRE 2017							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/10/2017	domingo						
02/10/2017	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
03/10/2017	480	320	1496	1245	66,57%	83,22%	55,40%
04/10/2017	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
05/10/2017	480	324	1496	1262	67,48%	84,36%	56,93%
06/10/2017	480	326	1496	1272	68,02%	85,03%	57,83%
07/10/2017	480	327	1496	1275	68,18%	85,23%	58,11%
08/10/2017	domingo						
09/10/2017	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
10/10/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
11/10/2017	480	322	1496	1254	67,05%	83,82%	56,21%
12/10/2017	480	333	1496	1296	69,30%	86,63%	60,04%
13/10/2017	480	330	1496	1286	68,77%	85,96%	59,11%
14/10/2017	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
15/10/2017	domingo						
16/10/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
17/10/2017	480	334	1496	1300	69,51%	86,90%	60,41%
18/10/2017	480	333	1496	1299	69,46%	86,83%	60,31%
19/10/2017	480	325	1496	1267	67,75%	84,69%	57,38%
20/10/2017	480	329	1496	1281	68,50%	85,63%	58,65%
21/10/2017	480	331	1496	1291	69,03%	86,30%	59,57%
22/10/2017	domingo						
23/10/2017	480	332	1496	1292	69,09%	86,36%	59,67%
24/10/2017	480	329	1496	1280	68,44%	85,56%	58,56%
25/10/2017	480	328	1496	1276	68,23%	85,29%	58,20%
26/10/2017	480	336	1496	1311	70,10%	87,63%	61,43%
27/10/2017	480	334	1496	1300	69,51%	86,90%	60,41%
28/10/2017	480	331	1496	1290	68,98%	86,23%	59,48%
29/10/2017	domingo						
30/10/2017	480	330	1496	1286	68,77%	85,96%	59,11%
31/10/2017	480	326	1496	1269	67,86%	84,83%	57,56%
Total					68,56%	85,71%	58,77%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17, se puede observar que la eficiencia es 68,56%, eficacia 85,71% y productividad 58,77%.

Tabla 18: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad- noviembre 2017(Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - NOVIEMBRE 2017							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/11/2017	feriado						
02/11/2017	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
03/11/2017	480	323	1496	1260	67,38%	84,22%	56,75%
04/11/2017	480	330	1496	1286	68,77%	85,96%	59,11%
05/11/2017	domingo						
06/11/2017	480	324	1496	1262	67,48%	84,36%	56,93%
07/11/2017	480	328	1496	1276	68,23%	85,29%	58,20%
08/11/2017	480	329	1496	1282	68,55%	85,70%	58,75%
09/11/2017	480	328	1496	1276	68,23%	85,29%	58,20%
10/11/2017	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
11/11/2017	480	326	1496	1270	67,91%	84,89%	57,65%
12/11/2017	domingo						
13/11/2017	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
14/11/2017	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
15/11/2017	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
16/11/2017	480	333	1496	1299	69,46%	86,83%	60,31%
17/11/2017	480	336	1496	1309	70,00%	87,50%	61,25%
18/11/2017	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
19/11/2017	domingo						
20/11/2017	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
21/11/2017	480	333	1496	1299	69,46%	86,83%	60,31%
22/11/2017	480	329	1496	1283	68,60%	85,76%	58,84%
23/11/2017	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
24/11/2017	480	328	1496	1276	68,23%	85,29%	58,20%
25/11/2017	480	333	1496	1296	69,30%	86,63%	60,04%
26/11/2017	domingo						
27/11/2017	480	331	1496	1289	68,93%	86,16%	59,39%
28/11/2017	480	334	1496	1303	69,67%	87,10%	60,69%
29/11/2017	480	331	1496	1290	68,98%	86,23%	59,48%
30/11/2017	480	325	1496	1267	67,75%	84,69%	57,38%
Total					68,62%	85,78%	58,86%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 18, se puede observar que la eficiencia es 68,62%, eficacia 85,78% y productividad 58,86%.

Tabla 19: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad-diciembre 2017(Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - DICIEMBRE 2017							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/12/2017	480	325	1496	1267	67,75%	84,69%	57,38%
02/12/2017	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
03/12/2017	domingo						
04/12/2017	480	332	1496	1292	69,09%	86,36%	59,67%
05/12/2017	480	322	1496	1254	67,05%	83,82%	56,21%
06/12/2017	480	320	1496	1248	66,73%	83,42%	55,67%
07/12/2017	480	334	1496	1301	69,57%	86,97%	60,50%
08/12/2017	feriado						
09/12/2017	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
10/12/2017	domingo						
11/12/2017	480	329	1496	1282	68,55%	85,70%	58,75%
12/12/2017	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
13/12/2017	480	325	1496	1267	67,75%	84,69%	57,38%
14/12/2017	480	331	1496	1290	68,98%	86,23%	59,48%
15/12/2017	480	336	1496	1309	70,00%	87,50%	61,25%
16/12/2017	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
17/12/2017	domingo						
18/12/2017	480	325	1496	1267	67,75%	84,69%	57,38%
19/12/2017	480	326	1496	1272	68,02%	85,03%	57,83%
20/12/2017	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
21/12/2017	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
22/12/2017	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
23/12/2017	480	335	1496	1304	69,73%	87,17%	60,78%
24/12/2017	feriado						
25/12/2017	feriado						
26/12/2017	480	334	1496	1302	69,62%	87,03%	60,59%
27/12/2017	480	332	1496	1295	69,25%	86,56%	59,94%
28/12/2017	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
29/12/2017	480	334	1496	1301	69,57%	86,97%	60,50%
30/12/2017	480	331	1496	1288	68,87%	86,10%	59,30%
31/12/2017	domingo						
Total					68,64%	85,81%	58,91%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 19, se puede observar que la eficiencia es 68,64%, eficacia 85,81% y productividad 58,91%.

Tabla 20: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad- enero 2018 (Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - ENERO 2018							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/01/2018	feriado						
02/01/2018	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
03/01/2018	480	325	1496	1265	67,64%	84,56%	57,20%
04/01/2018	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
05/01/2018	480	333	1496	1298	69,41%	86,76%	60,22%
06/01/2018	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
07/01/2018	domingo						
08/01/2018	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
09/01/2018	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
10/01/2018	480	334	1496	1302	69,62%	87,03%	60,59%
11/01/2018	480	330	1496	1285	68,71%	85,90%	59,02%
12/01/2018	480	335	1496	1305	69,78%	87,23%	60,87%
13/01/2018	480	323	1496	1258	67,27%	84,09%	56,57%
14/01/2018	domingo						
15/01/2018	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
16/01/2018	480	333	1496	1298	69,41%	86,76%	60,22%
17/01/2018	480	328	1496	1279	68,39%	85,49%	58,47%
18/01/2018	480	336	1496	1310	70,05%	87,57%	61,34%
19/01/2018	480	331	1496	1290	68,98%	86,23%	59,48%
20/01/2018	480	332	1496	1292	69,09%	86,36%	59,67%
21/01/2018	domingo						
22/01/2018	480	325	1496	1267	67,75%	84,69%	57,38%
23/01/2018	480	335	1496	1304	69,73%	87,17%	60,78%
24/01/2018	480	329	1496	1282	68,55%	85,70%	58,75%
25/01/2018	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
26/01/2018	480	322	1496	1254	67,05%	83,82%	56,21%
27/01/2018	480	327	1496	1273	68,07%	85,09%	57,92%
28/01/2018	domingo						
29/01/2018	480	326	1496	1269	67,86%	84,83%	57,56%
30/01/2018	480	329	1496	1282	68,55%	85,70%	58,75%
31/01/2018	480	324	1496	1263	67,54%	84,43%	57,02%
Total					68,61%	85,76%	58,85%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 20, se puede observar que la eficiencia es 68,61%, eficacia 85,76% y productividad 58,85%.

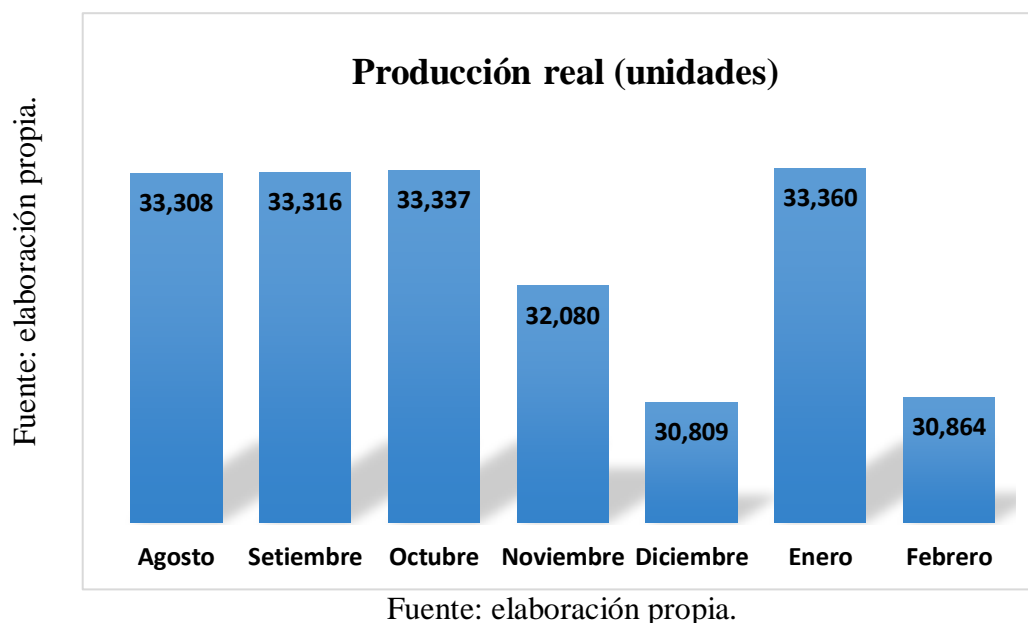
Tabla 21: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad- febrero 2018 (Pre- test).

REGISTRO DE DATOS - FEBRERO 2018							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD INICIAL
01/02/2018	480	334	1496	1302	69,62%	87,03%	60,59%
02/02/2018	480	330	1496	1285	68,71%	85,90%	59,02%
03/02/2018	480	333	1496	1298	69,41%	86,76%	60,22%
04/02/2018	domingo						
05/02/2018	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
06/02/2018	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
07/02/2018	480	334	1496	1302	69,62%	87,03%	60,59%
08/02/2018	480	330	1496	1285	68,71%	85,90%	59,02%
09/02/2018	480	321	1496	1250	66,84%	83,56%	55,85%
10/02/2018	480	331	1496	1288	68,87%	86,10%	59,30%
11/02/2018	domingo						
12/02/2018	480	328	1496	1278	68,34%	85,43%	58,38%
13/02/2018	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
14/02/2018	480	322	1496	1255	67,11%	83,89%	56,30%
15/02/2018	480	330	1496	1285	68,71%	85,90%	59,02%
16/02/2018	480	328	1496	1277	68,28%	85,36%	58,29%
17/02/2018	480	332	1496	1293	69,14%	86,43%	59,76%
18/02/2018	domingo						
19/02/2018	480	320	1496	1245	66,57%	83,22%	55,40%
20/02/2018	480	330	1496	1284	68,66%	85,83%	58,93%
21/02/2018	480	333	1496	1298	69,41%	86,76%	60,22%
22/02/2018	480	327	1496	1275	68,18%	85,23%	58,11%
23/02/2018	480	334	1496	1302	69,62%	87,03%	60,59%
24/02/2018	480	333	1496	1298	69,41%	86,76%	60,22%
25/02/2018	domingo						
26/02/2018	480	330	1496	1287	68,82%	86,03%	59,20%
27/02/2018	480	333	1496	1299	69,46%	86,83%	60,31%
28/02/2018	480	336	1496	1308	69,94%	87,43%	61,15%
Total					68,77%	85,96%	59,12%

Fuente: elaboración propia.

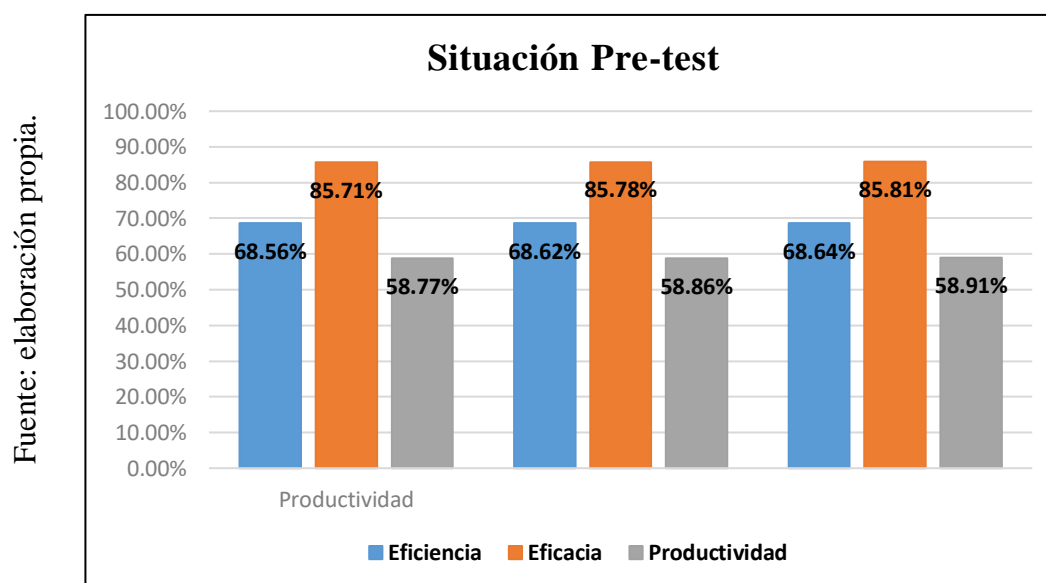
En la tabla 21, se puede observar que la eficiencia es 68,77%, eficacia 85,96% y productividad 59,12%.

Figura 14. Comportamiento de la producción real en unidades por mes.



Como se observa en la figura 14, se muestra la producción real en unidades desde agosto del 2017 hasta Febrero del 2018.

Figura 15: Cálculo de la situación actual de la empresa Pre-test



Como se observa en la figura 15, se presentan los datos obtenidos a partir de la observación, los cálculos respectivos se hicieron para determinar la eficiencia, eficacia y productividad inicial antes de la implementación de la variable independiente, aplicación de la ingeniería de métodos. Estos datos nos sirven para determinar en qué porcentaje se logrará incrementar la productividad.

Tabla 22: Resumen de la productividad Pre-test.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio
Eficiencia	68,64%	68,62%	68,64%	68,63%
Eficacia	85,81%	85,78%	85,81%	85,80%
Productividad	58,78%	58,86%	58,91%	58,85%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 22, se muestra el promedio de la situación actual de la empresa y se obtiene como resultado la eficiencia 68,63%, eficacia 85,80% y productividad 58,85%.

Costeo del Producto pre- test

Ahora que se conoce la cantidad de unidades planificadas se procede a calcular los costos de la empresa. Este cálculo se hace para 32,100 unidades que es la cantidad promedio producida durante 24 días.

Tabla 23: Costo de materia prima

Costos de materia prima				
Materia prima	Unidad	Precio	Cantidad	Total
Tela	kg.	S/. 21,00	713,33	S/. 14.980,00
Elástico de 5 ligas	cono	S/. 26,00	99,07	S/. 2.575,93
Elástico de 8 ligas	cono	S/. 20,00	127,38	S/. 2.547,62
Hilos	kg.	S/. 9,00	37,41	S/. 336,71
Etiqueta	millar	S/. 15,00	32,10	S/. 481,50
Total materia prima				S/. 20.921,76
Costo unitario de materia prima				S/. 0,65

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 23, se muestra los precios de la materia prima que se necesitan para producir 32,100 prendas, teniendo un total de S/. 20.921,76 y el costo unitario de materia prima es S/. 0,65.

Tabla 24: Costo unitario de mano de obra

Costo de mano de obra				
Personal	costo por día	cantidad	días	Total
Maquinista remallador	S/. 45,00	3	25	S/. 3.375,00
Maquinista elastiquero	S/. 50,00	1	25	S/. 1.250,00
Maquinista recubridor	S/. 45,00	2	25	S/. 2.250,00
Ayudante	S/. 35,00	1	25	S/. 875,00
cortador	S/. 200,00	1	25	S/. 200,00
Servicio de bordado	S/. 3.210,00	1	25	S/. 3.210,00
total mano de obra				S/. 11.160,00
Costo unitario mano de obra				S/. 0,35

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 24, se muestra el costo de la mano de obra que se requiere para producir 32,100 prendas, el costo unitario de mano de obra es S/0,35.

Tabla 25: Costos indirectos de fabricación

Costos indirectos	Total
Agua	S/. 80,00
Luz	S/. 250,00
Teléfono e internet	S/. 90,00
Costo total	S/. 420,00
C.I.F unitario	S/. 0,01

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 25, se muestra el costo indirecto de fabricación que S/. 0,01 es para producir 32,100 unidades.

Tabla 26: Costo del producto inicial

Costo del producto inicial	
Materia prima	S/. 0,65
Mano de obra	S/. 0,35
C.I.F	S/. 0,01
Costo del producto	S/. 1,01

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 26, se muestra el costo del producto inicial, obteniendo S/. 1,01 para producir 32,100 unidades.

2.7.1.4 Diagnóstico de la productividad

2.7.1.10.- Análisis de las causas

A continuación, se presentan las principales causas que se identificaron en el Ishikawa

A continuación se detalla los factores que afecta la productividad:

Método: El método de trabajo que se aplica en el área no es el adecuado, por lo tanto haciendo mejoras en la reducción de tiempos se puede incrementar la producción de prendas, realizando capacitaciones al personal se puede disminuir las actividades innecesarias.

Mano de obra: El área no cuenta con un cronograma de capacitación, Se deben realizar capacitaciones para medir el desempeño de los trabajadores. Asimismo, el personal tiene miedo a los cambios ya que según ellos pone en riesgo su trabajo. Las capacitaciones ayudarán a darles seguridad.

Con respecto a las actividades realizadas dentro del proceso productivo, el gerente de la empresa menciona que todas ellas son las adecuadas ya que les permite terminar con lo solicitado por el cliente, sin tener en cuenta cómo se haya logrado; simplemente entregar lo requerido en el día indicado es lo importante. Cuando se le consulta sobre si el proceso productivo puede realizarse de otra manera el responde que no, que se ha venido trabajando de la misma forma desde que se empezó a trabajar y que no se ha considerado trabajar de una nueva manera con respecto al proceso de confección.

2.7.2 Propuesta de mejora

Luego de identificar la información de las causas de mayor impacto y sobre las cuales se tienen que aplicar las alternativas de solución con la aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad, se plantearán las alternativas de solución (propuestas a implementar).

Tabla 27: Causas y alternativas de solución

Causas	Alternativas de solución
Falta de un estándar de trabajo	Estudio de métodos
No hay un estándar de producción	Estudio de tiempos
Falta de capacitación	Capacitación al personal

Fuente: elaboración propia

La tabla 27, nos muestra las causas principales que afectan la productividad seleccionadas en el Ishikawa (Figura 4) y también las alternativas de solución a implementar para solucionar cada una de estas; de esta manera se podrá cumplir con el objetivo de la presente investigación.

2.7.2.1. Mejoras para el área de producción.

Aplicación de la Ingeniería de métodos (Estudio de métodos y tiempos), se procede con los pasos del estudio de métodos que son los siguientes:

- ✓ Seleccionar
- ✓ Registrar
- ✓ Examinar
- ✓ Establecer

- ✓ Evaluar
- ✓ Definir
- ✓ Implantar
- ✓ Controlar

Capacitaciones al personal

Objetivos:

Reducción de actividades repetitivas

Reducción de tiempo de ciclo del proceso

Incrementar la productividad

2.7.2.2. Cronograma de Actividades del Proyecto.

Ítem	Actividades	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
		3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Redacción de situación actual (Pre-test)																																				
1.1	Recolección de datos e información de la empresa																																				
1.2	Descripción de los procesos, toma de tiempos, elaboración del DAP																																				
1.3	Análisis de la productividad actual																																				
2	Elaboración de la propuesta de mejora																																				
2.1	Identificar alternativas de solución a implementar																																				
2.2	Elaboración del cronograma de la propuesta de mejora																																				
3	Implementación de la ingeniería de métodos																																				
3.1	Presentación de la propuesta de mejora a los involucrados																																				
3.2	Estudio de métodos																																				
3.3	Programa de capacitación al personal																																				
4	Resultados de la ingeniería de métodos																																				
4.1	Recolección de datos, toma de tiempos, elaboración del DAP con método mejorado																																				
4.2	Análisis de resultados iniciales y finales																																				
5	Análisis económico																																				
5.1	Análisis del ratio costo/beneficio																																				
6	Resultados																																				
6.1	Análisis descriptivo																																				
6.2	Análisis inferencial																																				
6.3	Comprobación de hipótesis																																				
7	Discusión, conclusiones y recomendaciones																																				

Fuente: elaboración propia

2.7.3. Implementación de la propuesta de mejora

2.7.3.1. Aplicación de la metodología:

Para la aplicación de la Ingeniería de métodos en el área de producción se realizaron los siguientes pasos:

1. Seleccionar:

Todas las actividades que pertenecen al proceso de producción están en condiciones de proponer nuevo método de trabajo, sin embargo en la práctica se debe priorizar la actividad o actividades que resulten ser las más críticas para darles solución; se seleccionó los procesos de “remallar elástico” y “recubierto” para el estudio de la investigación, porque son las actividades con mayor tiempo en el proceso 11, 90 y 14,13 segundos respectivamente.

Tabla 28: Identificación de cuello de botella del proceso de producción.

Identificación del cuello de botella		
Ítem	Actividades	Promedio (en segundos)
1	Transporte de piezas a remalladora	0,21
2	Remallar espalda	8,30
3	Transporte a mesa de corte	0,10
4	Cortar	2,00
5	transporte a máquina remalladora	0,10
6	Unir espalda con delantero	8,13
7	Transporte a mesa de corte	0,10
8	cortar	2,00
9	Transporte a máquina elástica	0,08
10	Remallar cinta elástica (pierna)	11,90
11	Transporte a máquina recubridora	0,05
12	Recubrir	14,13
13	Transporte a mesa de corte	0,10
14	cortar	3,00
15	transporte a máquina remalladora	0,13
16	Cerrar lado derecho	5,23
17	transporte a máquina elástica	0,05
18	Remallar cinta elástica (cintura)	6,00
19	Transporte a máquina recubridora	0,04
20	Recubrir	6,10
21	Transporte a mesa de corte	0,10
22	cortar	2,00

23	Transporte a máquina remalladora	0,13
24	Cerrar prenda	6,80
25	transporte a mesa de corte	0,13
26	Inspección de prenda	2,10
27	Etiquetado	2,10
28	empaquetar	2,08

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestra las fotografías de las actividades con mayor tiempo en el proceso.

Figura 16. Actividad remallar elástico

Fuente: elaboración propia.



Como se observa en la figura 16, se muestra la máquina elastiquera, en este proceso se remalla la cinta elástica al contorno de la prenda, luego se pasa a la máquina recubridora para continuar con el proceso de confección, en la imagen se muestra que la máquina no cuenta con un soporte para que el operario no corte la prenda de manera desproporcional, de esta forma como se realiza la actividad el operario tarda más tiempo.

Figura 17. Actividad recubrir prenda.

Fuente: elaboración propia.



En la figura 17, se muestra al operario realizando la actividad de recubrir, en este proceso el operario cose la prenda tratando de cubrir la cinta elástica que se remalló en el anterior proceso.

2. Registrar:

Luego de haber seleccionado el área a estudiar, se continua con el siguiente paso de la ingeniería de métodos, se procede a registrar toda la información, todos los movimientos del trabajador tomando en cuenta las actividades que generan y no generan valor dentro de los procesos de remallar elástico y recubierto disponiendo de registros físicos y virtuales de la producción de prendas y tiempos de producción.

Figura 18. Diagrama de bloques del proceso de remallar elástico

Fuente: elaboración propia.

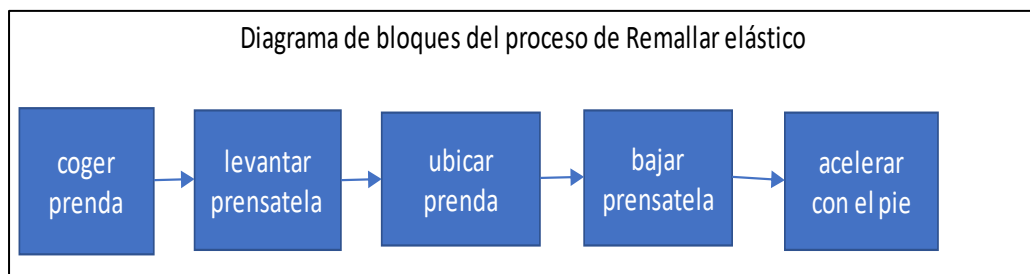
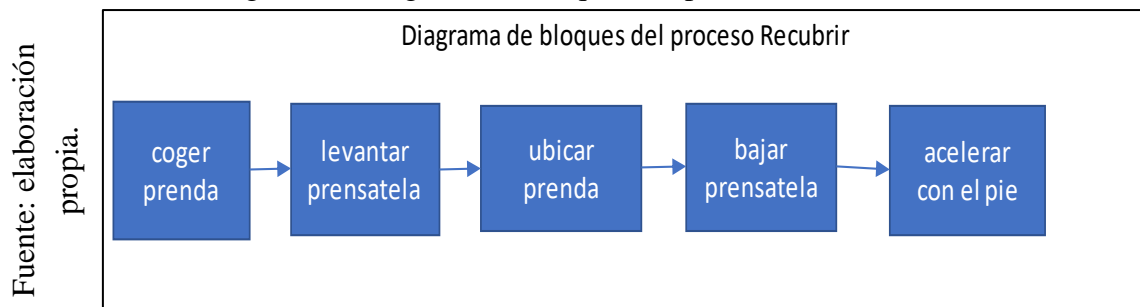


Figura 19. Diagrama de bloques del proceso de recubrir.



Como podemos observar los procesos son parecidos la diferencia es que en el proceso de recubrir se hace con más cuidado dado que la prenda está remallada con la cinta elástica y hay que tener cuidado para que la cinta no se doble.

3. Examinar:

Con los datos recolectados, se analizó la situación actual. En la figura 16 se muestra un cuadro resumen de los datos obtenidos durante el análisis actual de la empresa.

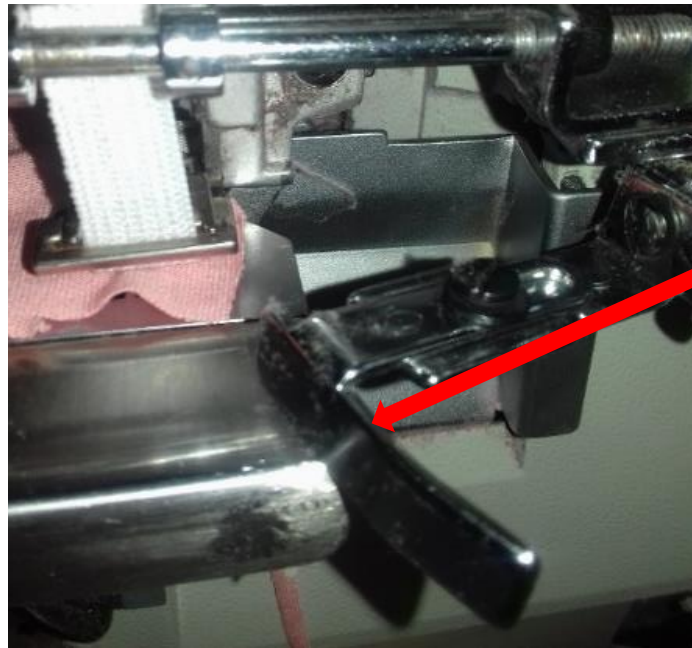
Luego de la etapa de registro, se prosigue a realizar un examen de estos, para empezar se aplica la Técnica del Interrogatorio Sistemático para tener un análisis crítico del método de trabajo actual, así se podrá conocer en qué consisten y para que se realizan actividades

4. Establecer:

Para el proceso de remallar elástico se les presentó un método que consiste en poner un “tope” (entiéndase por tope a un accesorio que se ubica cerca a la cuchilla de la máquina) para que no corten la tela de forma desproporcional, además ayudaría a que el operario acelere la actividad.

Figura 20. Accesorio de máquina Elastiquera.

Fuente: elaboración propia.



Accesorio o tope que impide cortar la prenda.

5. Evaluar:

Se evaluaron los métodos propuestos en la recubridora y en la máquina elastiquera, luego de probar con los métodos propuestos se decidió por el más adecuado examinando los tiempos,

6. Definir:

Se definió el método que consistía en incorporar el soporte a la máquina elastiquera, de ésta manera el operario acelerará la actividad debido a que el soporte le facilitará para que no corte la prenda. Por consiguiente en la máquina recubridora se rotó al personal, un operario de la máquina remalladora pasaría a recubrir y viceversa puesto que el operario que estaba remallando luego de practicar unas horas avanzaba más la actividad que el operario anterior.

Figura 21. Elastiquera con soporte incorporado.

Fuente: elaboración propia.



Como se observa en la figura 21, se muestra la máquina elastiquera luego de incorporarle el soporte, este accesorio permite que la prenda tenga un mejor acabado, porque se cose de manera uniforme.

7. Aplicar:

Se presentó el nuevo método y tiempo establecido a los trabajadores, es decir los operarios conocerán cuál es el tiempo promedio para cada operación. La etapa de implementación de mejora significó uno de los grandes retos para el operario puesto que al inicio cuando se le planeó el nuevo método mostraron cierta resistencia al cambio excusando que de la forma en que se venía trabajando era la más adecuada y por lo tanto no era necesario cambiarla.

Se le presentó la propuesta al gerente y se coordinó para programar la presentación de la propuesta de mejora con la intención de implementar el nuevo método y comparar los resultados obtenidos para determinar si la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad del proceso productivo.

Luego de realizar una reunión los trabajadores entendieron que al cambiar los métodos de trabajo se reducirá el tiempo de ciclo, disminuyendo así los costos de producción e incrementando la productividad de la empresa.

8. Controlar:

Luego de la implementación del nuevo método, seguimos con la siguiente y última etapa: Controlar y mantener en uso el nuevo método, la mayoría de los trabajadores suelen volver a usar métodos de trabajo a los que estaban acostumbrados, por esto en esta etapa se comienza a controlar que continúen trabajando con lo explicado en la reunión con respecto al nuevo método de trabajo.

Dicho control se llevará a cabo con un exhaustivo control por parte de gerencia, quien se comprometió a entregar una copia del manual de funciones. Además se hará un control dos veces por semana durante los próximos tres meses, tiempo aproximado para la total adopción de los nuevos métodos.

Si se detecta que los trabajadores no están siguiendo la nueva metodología, pasarán una entrevista para saber el motivo de su resistencia al nuevo método. Después de ello, se continuarán las capacitaciones hasta que todos los operarios adopten al 100% la metodología.

Capacitación y entrenamiento a las personas

Se capacitó a los operarios sobre el método elegido en cada actividad mostrándoles las ventajas de trabajar con un método que ayudaría a disminuir los tiempos y sobre todo a incrementar las unidades producidas.

Luego se adiestró a los operarios y se les invocó a trabajar con el nuevo método que sería beneficioso para la empresa. Luego de se les presentó el estándar de trabajo del proceso.

En la tabla 29 se presenta un ahoja de registro de las capacitaciones que se llevaron a cabo en la empresa.

Figura 22. Reunión con operarios en la empresa.

Fuente: elaboración propia.

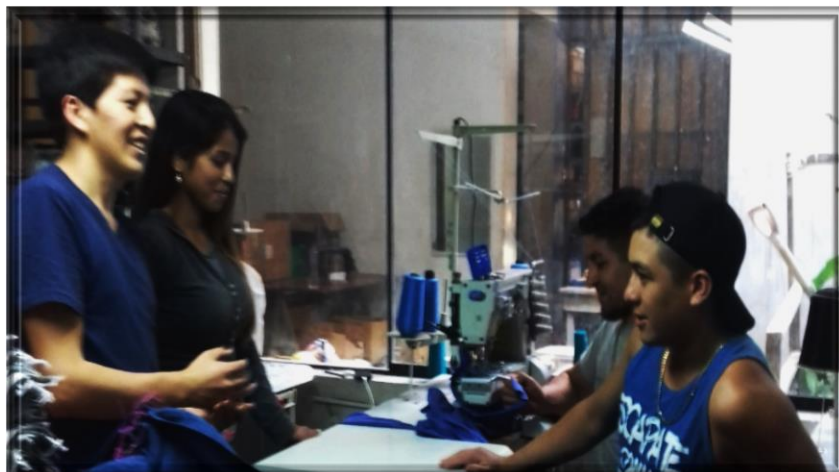


Tabla 29: Capacitación al personal de la empresa.

[illegible]

Fuente: elaboración propia

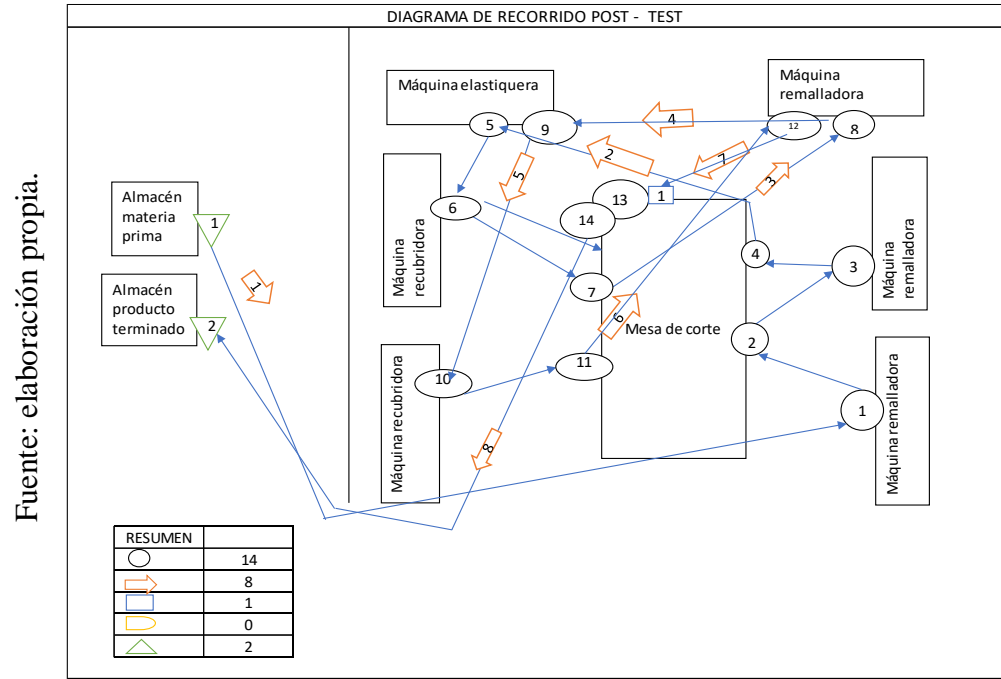
Tabla 30: Estándar de trabajo de trabajo de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.

ESTÁNDAR DE TRABAJO: CREACIONES BIHAONE E.I.R.L.						
PASO	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS A UTILIZAR	ACCIÓN		MÁQUINA O EQUIPO	PUNTOS CLAVE
1	Remallar espalda	-	coser con cuidado sin cortar la prenda		Remalladora	revisar hilos que estén bien calibrados
2	Cortar	tijera	cortar hilos sobrantes		-	
3	Unir espalda con delantero	-	coser con cuidado sin cortar la prenda		Remalladora	revisar hilos que estén bien calibrados
4	cortar	tijera	cortar hilos sobrantes		-	
5	Remallar cinta elástica (pierna)	-	Pegar cinta elástica al contorno de la prenda		Elastiquera	No alargar la puntada
6	Recubrir	-	coser sobre cinta elástica		Recubridora	ver que la costura sea uniforme
7	cortar	tijera	cortar hilos sobrantes		-	
8	Cerrar lado derecho	-	Coser parte lateral derecha de la prenda		Remalladora	Calibrar hilos
9	Remallar cinta elástica (cintura)	-	Pegar cinta elástica al contorno de la prenda		Elastiquera	No alargar la puntada
10	Recubrir	-	coser sobre cinta elástica		Recubridora	Calibrar hilos
11	cortar	tijera	cortar hilos sobrantes		-	
12	Cerrar prenda	-	coser parte lateral izquierda de la prenda		Remalladora	coser con atraque y tener cuidado que no quede hilos sueltos
13	Inspección de prenda	tijera	Revisar prenda que esté bien cosida y eliminar hilos sobrantes		-	en caso de tener fallas regresar a las máquinas respectivas
14	Etiquetado	Pistola para etiquetar	colocar etiqueta sobre la prenda		-	En caso de fallar el balin, cambiar por otro.
15	empaquetar	-	Formar paquetes de 120 unidades		-	Empacar por docenas

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 30, se muestra los pasos para confeccionar una prenda, de esta manera se quiere alcanzar que cada operario siga los pasos para elaborar una prenda, también sirve como guía para el personal nuevo que ingrese a trabajar en dicha empresa.

Figura 23. Diagrama de recorrido propuesto.



Como observamos en la figura 23, se muestra el diagrama de recorrido propuesto el cual es más eficiente dado que los desplazamientos son más cortos, se reubicó la mesa de corte que estaba alejada de las máquinas hacia el centro y de esta forma la persona se desplazará menos metros, se eliminaron 5 transportes porque ahora la mesa de corte está al centro de las máquinas y la distancia que separa de la máquina a la mesa es 90 cm, lo cual ya no se considera como transporte, ese lapso de tiempo lo incorporamos como parte de la operación, en total tenemos 27,68 metros.

Figura 24. Imagen del nuevo recorrido.



Como se observa en la figura 24, se muestra la mesa de corte en el centro y las máquinas al rededor tal como se muestra en la figura 23.

2.7.4.- Resultados

A continuación se mostrarán los resultados en cuanto a la implementación de la propuesta de aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.

2.7.4.1. Resultados Dimensión Estudio de Métodos

Se detalla el nuevo DAP del proceso de producción de prendas de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.

Tabla 31. Diagrama de actividades del proceso (Post - test).

Diagrama de actividades del proceso (DAP) pos - test											
Empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.			RESUMEN								
			ACTIVIDAD			PRE- TES		POS- TEST	ECONOMÍA		
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1			Operación	○	14		14		0		
Objeto:			Transporte	⇒	13		8		5		
Truza para niñas			Espera	▷	0		0		0		
			Inspección	□	1		1		0		
Actividad: Confeccionar Prenda			Almacenamiento	▽	2		2		0		
Método: Actual			Distancia (m)			72,8		27,68		45,12	
Lugar: Área de Producción			Tiempo (min)								
Operario(s):			Costo								
Compuesto por: César Campos Delgado			Mano de obra								
Aprobado por:			Material								
Fecha: 2018			Total								
Descripción		Cantidad 1 unidad	Dis- tancia (m)	Tiem- po (seg.)	Símbolo					Actividades que agregan valor	Actividades que no agregan valor
Ítem	Actividad				○	⇒	▷	□	▽		
1	Piezas cortadas almacenadas										x
2	transporte a máquina remalladora		8	0,21							x
3	Remallar espalda			8,13						x	
4	cortar			2,50						x	
5	Unir espalda con delantero			7,97						x	
6	cortar			2,40						x	
7	transporte a máquina elasticadora		2,3	0,06							x
8	Remallar cinta elástica (pierna)			8						x	
9	Recubrir			10,30						x	
10	cortar			3,40						x	
11	transporte a máquina remalladora		2,2	0,32							x
12	Cerrar lado derecho			5,10						x	
13	transporte a máquina elasticadora		2,48	0,06							x
14	Remallar cinta elástica (cintura)			4,20						x	
15	Transporte a máquina recubridora		2,6	0,05							x
16	Recubrir			4,17						x	
17	cortar			2,02						x	
18	Transporte a máquina remalladora		2,2	0,06							x
19	Cerrar prenda			6,07						x	
20	transporte a mesa de corte		1,4	0,06							x
21	Inspección de prenda			2,10							x
22	Etiquetado			2,10						x	
23	empaquetar			1,50						x	
24	Transporte a almacén		6,5	0,13							x
25	Almacenamiento										x
Total			27,68	71,11	14	8		1	2	14	11

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 31, se muestra el DAP luego de la implementación donde se refleja la disminución de las distancias y por lo tanto aumentando el porcentaje de las actividades que agregan valor Según la fórmula:

$$AAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\% = \frac{14}{25} = 56\%$$

Las actividades que agregan valor representan el 56% del total de actividades mientras que las actividades que no agregan valor representan el 44%.

Las distancias se acortaron de 72,8 a 27,68 metros siendo la diferencia de 45,12 metros lo cual representa una disminución del tiempo de ciclo del producto.

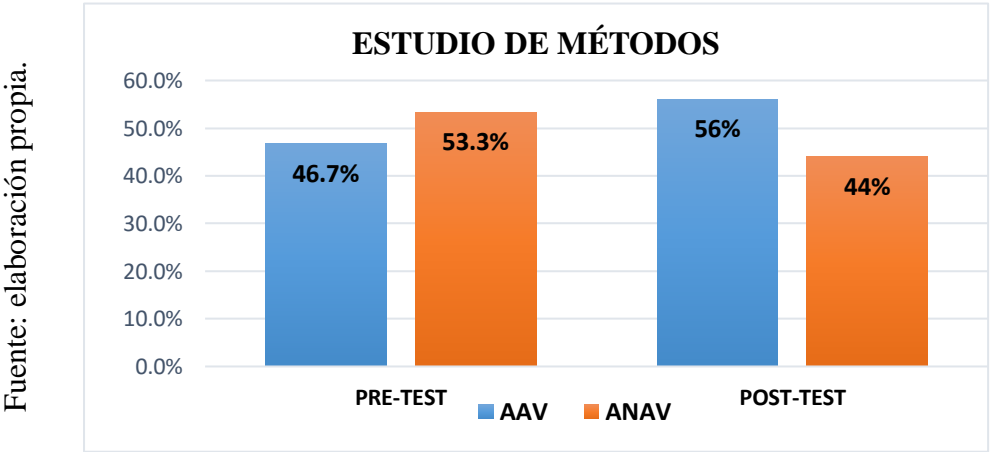
Tabla 32: Resultados Estudio de Métodos PRE-TEST VS. POST-TEST

ACTIVIDADES	PRE-TEST	POST-TEST
AAV	46,7%	56%
ANAV	53,3%	44%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 32, se muestra que el porcentaje de las actividades que agregan valor es 46,7% en el pre- test y luego de realizar las mejoras el porcentaje es 56%, las actividades que no agregan valor tienen un porcentaje de 53,3% y realizando las mejoras tenemos un total de 44% reduciendo 9,3% de actividades que no agregan valor.

Figura 25. Resultados Estudio de Métodos PRE-TEST VS. POST-TEST



Como se observa en la figura 25, se muestra los resultados de las actividades que no agregan valor y las actividades que agregan valor dentro del proceso productivo.

2.7.4.2. Resultados Dimensión Estudio de Tiempos

2.7.4.2.1.- Toma de Tiempos (POST-TEST)

Se realizó la toma de tiempos, luego de la implementación en el mes de febrero del 2018, considerando los días laborables de lunes a sábado.

A continuación en la tabla 33, se muestra la toma de tiempos luego de haber realizado la mejora.

Tabla 33: Toma de tiempos del proceso de producción post- test

Toma de tiempos inicial - proceso de producción de prendas - Creaciones Bihaone E.I.R.L. Febrero 2018.																																	
Empresa:		Creaciones Bihaone E.I.R.L.																															
Método:		PRE-TEST		POST-TEST																													
Elaborado por:		Campos Delgado, César Eyner																															
Producto:		1 truja para niña																															
Ítem	Actividades	Tiempo observado en segundos																															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Promedio	
1	transporte de piezas a remalladora	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,21
2	Remallar espalda	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8,13
3	cortar	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,50
4	Unir espalda con delantero	8	8	8	8	7	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7,97
5	cortar	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,40
6	transporte a máquina elástica	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
7	Remallar cinta elástica (pierna)	8	8	8	8	9	9	8	8	8	9	8	10	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8,20
8	Recubrir	11	10	10	10	11	12	10	11	10	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	10	11	10	11	10	10	10	10	10,30
9	cortar	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,40
10	transporte a máquina remalladora	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,32
11	Cerrar lado derecho	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,10
12	transporte a máquina elástica	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
13	Remallar cinta elástica (cintura)	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4,20
14	Transporte a máquina recubridora	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
15	Recubrir	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4,17
16	cortar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,02
17	Transporte a máquina remalladora	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
18	Cerrar prenda	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	6,07
19	transporte a mesa de corte	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
20	Inspección de prenda	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2,10
21	Etiquetado	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,10
22	empaquetar	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,50
23	Transporte a almacén	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,13

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34: Tiempo estándar del proceso de producción (pos- test)

Ítem	Actividades	Tiempo promedio observado	Westinghouse				Factor de valoración	Tiempo normal	Total de suplementos	Tiempo estándar (segundos)
			H	E	CD	CS				
1	transporte de piezas a remalladora	0,21	0,00	0,00	-0,03	-0,02	0,95	0,20	15%	0,23
2	Remallar espalda	8,13	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	7,89	15%	9,07
3	cortar	2,50	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	2,43	15%	2,79
4	Unir espalda con delantero	7,97	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	7,73	15%	8,89
5	cortar	2,40	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	2,33	15%	2,68
6	transporte a máquina elastiquera	0,06	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,06	15%	0,07
7	Remallar cinta elástica (pierna)	8,20	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	8,12	15%	9,34
8	Recubrir	10,30	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	9,99	15%	11,49
9	cortar	3,40	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	3,30	15%	3,79
10	transporte a máquina remalladora	0,32	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	0,32	15%	0,36
11	Cerrar lado derecho	5,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,99	5,05	15%	5,81
12	transporte a máquina elastiquera	0,06	0,03	-0,04	-0,03	-0,02	0,94	0,06	15%	0,06
13	Remallar cinta elástica (cintura)	4,20	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	4,07	15%	4,69
14	Transporte a máquina recubridora	0,05	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	0,05	15%	0,06
15	Recubrir	4,17	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	4,04	15%	4,65
16	cortar	2,02	0,03	-0,08	0,00	-0,02	0,93	1,88	15%	2,16
17	Transporte a máquina remalladora	0,06	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,06	15%	0,07
18	Cerrar prenda	6,07	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	5,88	15%	6,77
19	transporte a mesa de corte	0,06	0,03	-0,04	0,00	0,00	0,99	0,06	15%	0,07
20	Inspección de prenda	2,10	0,03	-0,04	-0,03	-0,02	0,94	1,97	15%	2,27
21	Etiquetado	2,10	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	2,04	15%	2,34
22	empaquetar	1,50	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	1,46	15%	1,67
23	Transporte a almacén	0,13	0,03	-0,04	0,00	-0,02	0,97	0,12	15%	0,14
Tiempo total										79,45

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 34, se obtiene el tiempo estándar de ciclo pos- test que es el resultado del tiempo promedio obtenido en la tabla 33, multiplicado por el factor de valoración y sumamos los suplementos para obtener el resultado final que es 79,45 segundos lo que equivale a 1,32 minutos.

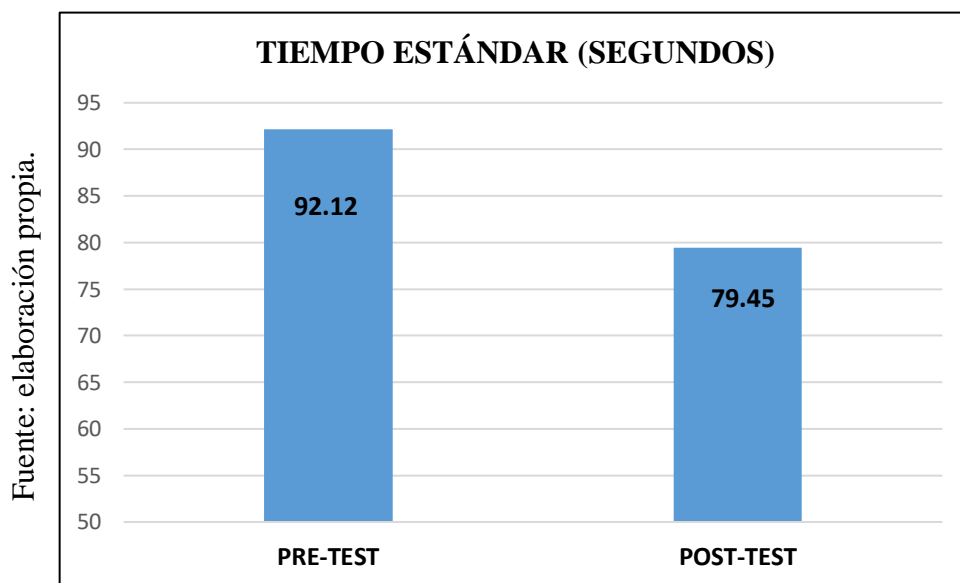
Tabla 35: Resultados Estudio de Tiempos pre-test vs. Post-test.

TIEMPO	PRE-TEST	POS-TEST
TIEMPO ESTÁNDAR (segundos)	92,12	79,45

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 35, observamos que el tiempo total de ciclo disminuyó en 12,67 segundos lo que equivale a 0.21 minutos por prenda.

Figura 26. Resultados estudio de tiempos pre-test vs. Post-test.



Como se observa en la figura 26, se observa el tiempo estándar pre-test y post-test, la diferencia es de 12,67 segundos.

2.7.4.2.2.- Estimación de la productividad actual (post-test)

Luego del cálculo del tiempo estándar, se continúa con el cálculo de las unidades programadas del proceso de producción de prendas de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L. Previamente se necesita calcular la capacidad instalada, usando la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{total minutos diarios}}{\text{Tiempo Estándar}} \times \text{número de máquinas}$$

Tabla 36: Cálculo de la capacidad instalada

Cálculo de la capacidad instalada (POST- TEST)			
Número de máquinas	Tiempo total (minutos)	Tiempo estándar(minutos)	Capacidad instalada
6	480	1,32	2,182

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 36, se aprecia que teóricamente se pueden producir 2,182 prendas diarias. Teniendo la capacidad instalada, se calcula las unidades que realmente se van a producir por día, usando la fórmula:

$$\text{Unidades planificadas} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Tabla 37: Cálculo de unidades programadas por día.

Unidades programadas por día		
Capacidad instalada	Factor de valoración	Unidades programadas
2,182	80%	1,746

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 37, se muestra la producción programada que es 1,746 unidades por día, luego se procede a calcular la productividad de la empresa.

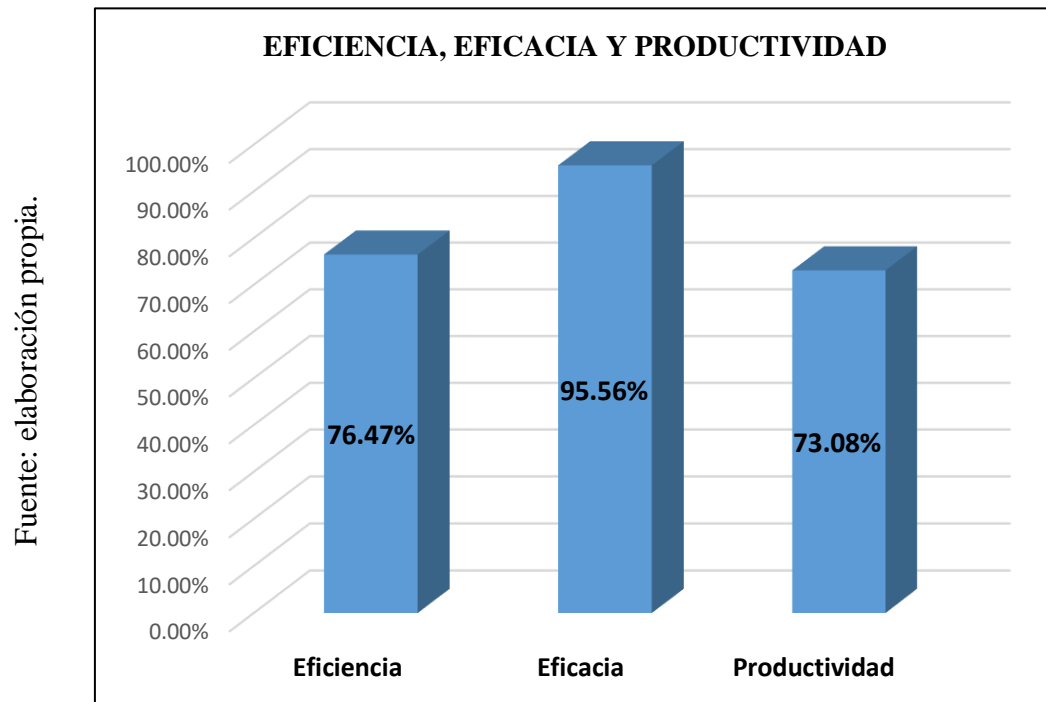
Tabla 38: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad, marzo 2018 (Post- test)

REGISTRO DE DATOS - MARZO 2018							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
01/03/2018	480	365	1746	1660	76,08%	95,07%	72,34%
02/03/2018	480	363	1746	1651	75,67%	94,56%	71,55%
03/03/2018	480	364	1746	1653	75,76%	94,67%	71,73%
04/03/2018	domingo						
05/03/2018	480	366	1746	1664	76,27%	95,30%	72,68%
06/03/2018	480	366	1746	1665	76,31%	95,36%	72,77%
07/03/2018	480	368	1746	1673	76,68%	95,82%	73,47%
08/03/2018	480	363	1746	1649	75,58%	94,44%	71,38%
09/03/2018	480	372	1746	1691	77,50%	96,85%	75,06%
10/03/2018	480	374	1746	1702	78,01%	97,48%	76,04%
11/03/2018	domingo						
12/03/2018	480	365	1746	1658	75,99%	94,96%	72,16%
13/03/2018	480	365	1746	1657	75,95%	94,90%	72,07%
14/03/2018	480	368	1746	1672	76,63%	95,76%	73,39%
15/03/2018	480	370	1746	1682	77,09%	96,33%	74,27%
16/03/2018	480	365	1746	1659	76,04%	95,02%	72,25%
17/03/2018	480	368	1746	1672	76,63%	95,76%	73,39%
18/03/2018	domingo						
19/03/2018	480	366	1746	1665	76,31%	95,36%	72,77%
20/03/2018	480	368	1746	1673	76,68%	95,82%	73,47%
21/03/2018	480	363	1746	1649	75,58%	94,44%	71,38%
22/03/2018	480	367	1746	1669	76,50%	95,59%	73,12%
23/03/2018	480	372	1746	1691	77,50%	96,85%	75,06%
24/03/2018	480	370	1746	1682	77,09%	96,33%	74,27%
25/03/2018	domingo						
26/03/2018	480	365	1746	1660	76,08%	95,07%	72,34%
27/03/2018	480	369	1746	1676	76,82%	95,99%	73,74%
28/03/2018	480	368	1746	1672	76,63%	95,76%	73,39%
29/03/2018	feriado						
30/03/2018	feriado						
31/03/2018	480	367	1746	1667	76,40%	95,48%	72,95%
Promedio					76,47%	95,56%	73,08%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 38, se muestra la cantidad de unidades producidas en un turno de 8 horas siendo los resultados los siguientes: eficiencia 77,47%, eficacia 95,56% y productividad 73,08%.

Figura 27. Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad del mes de marzo



Como se observa en la figura 27, se muestra el resumen de la tabla 38, donde se visualiza el promedio de eficiencia, eficacia y productividad del mes de marzo.

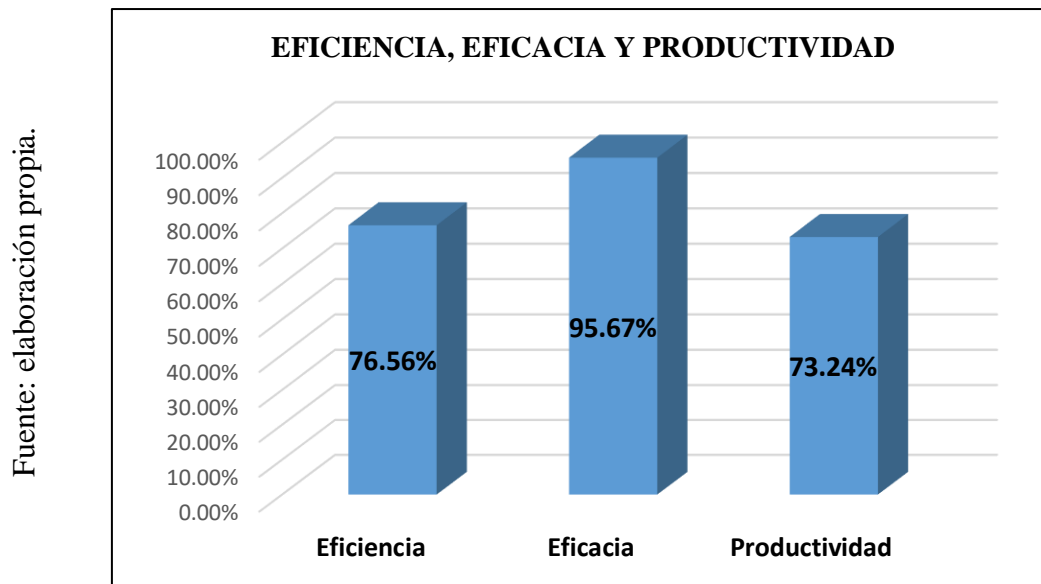
Tabla 39: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad, abril 2018 (Post- test).

REGISTRO DE DATOS - ABRIL 2018							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por:	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
01/04/2018	domingo						
02/04/2018	480	365	1746	1657	75,95%	94,90%	72,07%
03/04/2018	480	368	1746	1672	76,63%	95,76%	73,39%
04/04/2018	480	363	1746	1651	75,67%	94,56%	71,55%
05/04/2018	480	364	1746	1653	75,76%	94,67%	71,73%
06/04/2018	480	369	1746	1676	76,82%	95,99%	73,74%
07/04/2018	480	364	1746	1656	75,90%	94,85%	71,99%
08/04/2018	domingo						
09/04/2018	480	371	1746	1687	77,32%	96,62%	74,71%
10/04/2018	480	374	1746	1699	77,87%	97,31%	75,77%
11/04/2018	480	369	1746	1678	76,91%	96,11%	73,91%
12/04/2018	480	371	1746	1688	77,37%	96,68%	74,80%
13/04/2018	480	374	1746	1699	77,87%	97,31%	75,77%
14/04/2018	480	371	1746	1688	77,37%	96,68%	74,80%
15/04/2018	domingo						
16/04/2018	480	372	1746	1691	77,50%	96,85%	75,06%
17/04/2018	480	365	1746	1658	75,99%	94,96%	72,16%
18/04/2018	480	365	1746	1657	75,95%	94,90%	72,07%
19/04/2018	480	368	1746	1672	76,63%	95,76%	73,39%
20/04/2018	480	370	1746	1682	77,09%	96,33%	74,27%
21/04/2018	480	365	1746	1659	76,04%	95,02%	72,25%
22/04/2018	domingo						
23/04/2018	480	365	1746	1660	76,08%	95,07%	72,34%
24/04/2018	480	363	1746	1651	75,67%	94,56%	71,55%
25/04/2018	480	364	1746	1653	75,76%	94,67%	71,73%
26/04/2018	480	365	1746	1658	75,99%	94,96%	72,16%
27/04/2018	480	370	1746	1683	77,14%	96,39%	74,35%
28/04/2018	480	365	1746	1657	75,95%	94,90%	72,07%
29/04/2018	domingo						
30/04/2018	480	368	1746	1673	76,68%	95,82%	73,47%
Promedio					76,56%	95,67%	73,24%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 39, se muestra la cantidad de unidades producidas en un turno de 8 horas siendo los resultados los siguientes: eficiencia 76,956%, eficacia 95,67% y productividad 73,24%.

Figura 28. Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad del mes de abril.



Como se observa en la figura 28, se muestra el resumen de la tabla 39 donde se visualiza el promedio de eficiencia, eficacia y productividad del mes de abril.

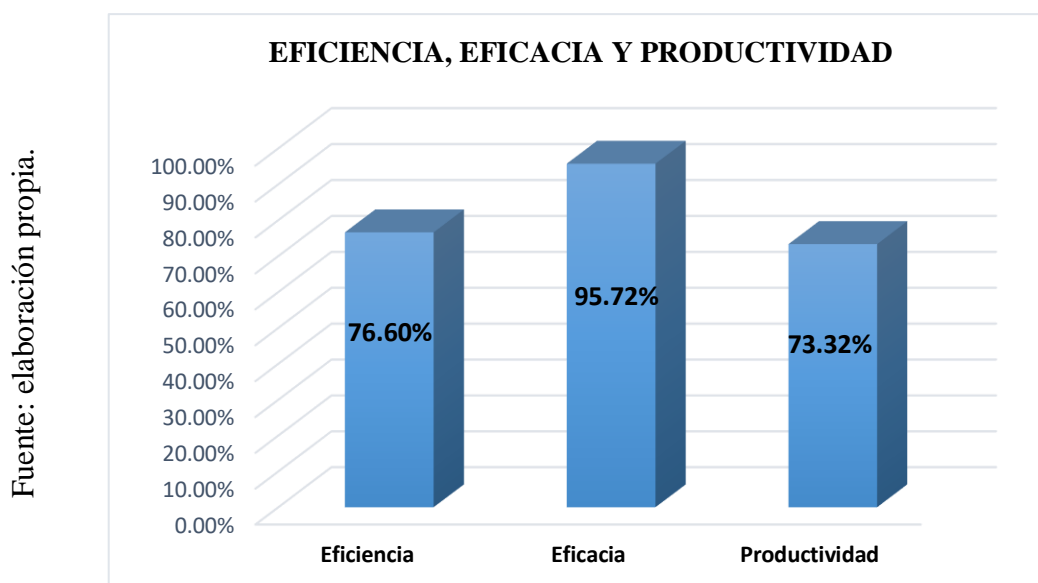
Tabla 40: Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad, mayo 2018 (Post- test).

REGISTRO DE DATOS - MAYO 2018							
Empresa:	Creaciones Bihaone E.I.R.L.			Método			
Elaborado por	César Eyner Campos Delgado			Pre-test		Post-test	
Indicador	Fórmula			Descripción			
Eficiencia	TU/TT x 100%			TU: tiempo útil, TT: tiempo total			
Eficacia	PR/PP x 100%			PR: producción real, PP: producción programda			
Productividad	Productividad= Eficiencia x Eficacia			Productividad antes de la mejora			
Fecha	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO ÚTIL (min)	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (unidades)	PRODUCCIÓN REAL (unidades)	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
01/05/2018	feriado						
02/05/2018	480	364	1746	1654	75,81%	94,73%	71,81%
03/05/2018	480	369	1746	1678	76,91%	96,11%	73,91%
04/05/2018	480	371	1746	1688	77,37%	96,68%	74,80%
05/05/2018	480	372	1746	1693	77,60%	96,96%	75,24%
06/05/2018	domingo						
07/05/2018	480	362	1746	1647	75,49%	94,33%	71,21%
08/05/2018	480	367	1746	1669	76,50%	95,59%	73,12%
09/05/2018	480	374	1746	1699	77,87%	97,31%	75,77%
10/05/2018	480	368	1746	1674	76,73%	95,88%	73,56%
11/05/2018	480	365	1746	1659	76,04%	95,02%	72,25%
12/05/2018	480	364	1746	1655	75,85%	94,79%	71,90%
13/05/2018	domingo						
14/05/2018	480	366	1746	1662	76,18%	95,19%	72,51%
15/05/2018	480	368	1746	1673	76,68%	95,82%	73,47%
16/05/2018	480	362	1746	1647	75,49%	94,33%	71,21%
17/05/2018	480	367	1746	1669	76,50%	95,59%	73,12%
18/05/2018	480	372	1746	1691	77,50%	96,85%	75,06%
19/05/2018	480	369	1746	1677	76,86%	96,05%	73,82%
20/05/2018	domingo						
21/05/2018	480	373	1746	1697	77,78%	97,19%	75,60%
22/05/2018	480	365	1746	1659	76,04%	95,02%	72,25%
23/05/2018	480	364	1746	1655	75,85%	94,79%	71,90%
24/05/2018	480	363	1746	1648	75,53%	94,39%	71,29%
25/05/2018	480	363	1746	1650	75,63%	94,50%	71,47%
26/05/2018	480	374	1746	1698	77,83%	97,25%	75,69%
27/05/2018	domingo						
28/05/2018	480	373	1746	1697	77,78%	97,19%	75,60%
29/05/2018	480	365	1746	1657	75,95%	94,90%	72,07%
30/05/2018	480	370	1746	1684	77,18%	96,45%	74,44%
31/05/2018	480	364	1746	1654			
Promedio					76,60%	95,72%	73,32%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 40, se muestra la cantidad de unidades producidas en un turno de 8 horas siendo los resultados los siguientes: eficiencia 76.60%, eficacia 95,72% y productividad 73,32%.

Figura 29. Cálculo de eficiencia, eficacia y productividad del mes de mayo.



Como se observa en la figura 29, se muestra el promedio de eficiencia, eficacia y productividad del mes de mayo del 2018.

Tabla 41: resultados eficiencia, eficacia y productividad Post-test.

Resumen promedio post-test				
	Marzo	Abril	Mayo	Promedio
Eficiencia	76,47%	76,56%	76,60%	76,54%
Eficacia	95,56%	95,67%	95,72%	95,65%
Productividad	73,08%	73,24%	73,32%	73,22%

Fuente: elaboración propia.

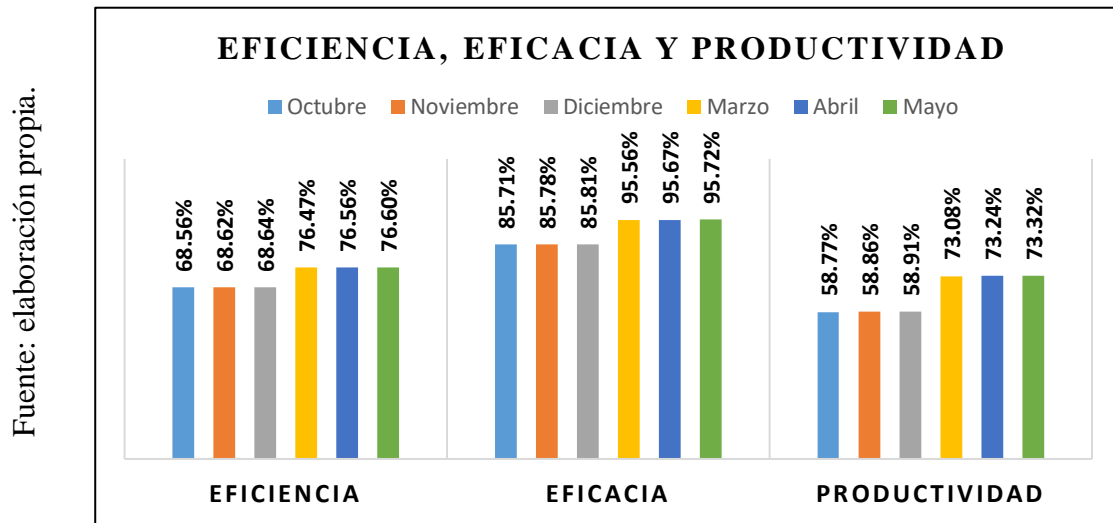
Como se observa en la tabla 41, se muestra el promedio de los meses de marzo, abril y mayo obteniendo como resultado que la eficiencia es 76,54%, eficacia 95,65% y la productividad 73,22%.

Tabla 42. Unidades producidas antes vs después de la mejora

	Unidades por día	Unidades por hora
Producción antes	1283	161
Producción después	1670	209
Diferencia	387	49

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Resultados.



En la figura 30, se muestra el resultado del pre- test y post- test y como resultado se obtiene un incremento en la eficiencia, eficacia y productividad de la empresa en los meses de marzo abril y mayo.

Costeos del producto actual (Post- test).

A continuación se calcula los costos para producir 41,750 unidades que se produce en el mes de abril.

Tabla 43: Costo de materia prima

Costos de materia prima				
Materia prima	Unidad	Precio	Cantidad	Total
Tela	kg.	S/. 21,00	927,78	S/. 19.483,33
Elástico de 5 ligas	cono	S/. 26,00	128,86	S/. 3.350,31
Elástico de 8 ligas	cono	S/. 20,00	252,00	S/. 5.040,00
Hilos	kg.	S/. 9,00	48,66	S/. 437,94
Etiqueta	millar	S/. 15,00	41,75	S/. 626,25
Total materia prima				S/. 28.937,83
Costo unitario				S/. 0,69

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 43, se muestra el total de costos de materia prima que se requiere para producir prendas durante un mes, estos costos son S/. 28.937,83 y el costo unitario es S/0,69 por unidad.

Tabla 44: Costo de mano de obra

Costo de mano de obra				
Personal	costo por día	cantidad	días	Total
Maquinista remallador	S/. 45,00	3	25	S/. 3.375,00
Maquinista elastiquero	S/. 50,00	1	25	S/. 1.250,00
Maquinista recubridor	S/. 45,00	2	25	S/. 2.250,00
Ayudante	S/. 35,00	1	25	S/. 875,00
cortador	S/. 325,00	1	25	S/. 325,00
Servicio de bordado	S/. 4.175,00	1	25	S/. 4.175,00
total mano de obra				S/. 12.250,00
Costo unitario mano de obra				S/. 0,29

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 44, se muestra el costo de mano de obra que se requiere para producir prendas durante un mes, el costo total es de S/. 12.250,00 y el costo unitario es S/. 0,29.

Tabla 45: Costos indirectos de fabricación.

Costos indirectos	Total
Agua	S/. 80,00
Luz	S/. 250,00
Teléfono e internet	S/. 90,00
Costo total	S/. 420,00
C.I.F unitario	S/. 0,01

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 45, se muestra el costo indirecto de fabricación mensual que es S/. 420,00 y el costo unitario S/. 0,01 por unidad producida.

Tabla 46: costo del producto

Costo del producto inicial	
Materia prima	S/. 0,69
Mano de obra	S/. 0,29
C.I.F	S/. 0,01
Costo del producto	S/. 1,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 46, se muestra el costo del producto inicial, es S/. 1,00 por unidad producida.

2.7.5.- Análisis Económico Financiero.

En este análisis, se realizará la evaluación económica de las propuestas de mejora planteadas. Primero se identificarán y calcularán los costos y beneficios que se obtienen por la implementación.

Tabla 47: Requerimientos para la implementación

Recursos	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Soporte para elastiquera	1	45	S/. 50,00
Cronómetro Casio	1	120	S/. 120,00
lapiceros	4	1	S/. 4,00
USB 8 GB	1	25	S/. 25,00
Mascarillas	5 cajas	20	S/. 100,00
Cámara digital	1	180	S/.180,00
Materiales impresos	20	0,5	S/. 10,00
Total			S/. 489,00

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la figura 47, se muestra los requerimientos para la implementación del proyecto, obteniendo un total de S/. 489.00.

Tabla 48: Horas-Hombre utilizados para mejorar proceso.

Mano de obra	Capacitación	implementación	Total horas	Costo por hora	Inversión
Remallador 1	4	10	14	S/. 5,63	S/. 78,82
Remallador 2	4	10	14	S/. 5,63	S/. 78,82
Remallador 3	4	10	14	S/. 5,63	S/. 78,82
Elastiquero	4	10	14	S/. 6,25	S/. 87,50
Recubridor 1	4	10	14	S/. 5,63	S/. 78,82
Reccubridor 2	4	10	14	S/. 5,63	S/. 78,82
Ayudante	4	10	14	S/. 4,38	S/. 75,32
Total					S/. 557,00

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 48, se observa el costo de horas- hombre utilizadas en la capacitación del personal de la empresa siendo el monto de S/.557.00.

Tabla 49: Inversión total

Descripción	Total
Recursos	S/. 489,00
Mano de obra	S/. 557,00
Total de inversión	S/. 1046,00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 49, se aprecia que el total de la inversión es de S/.1046.00, este monto es empleado para incrementar la productividad en la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.

2.7.5.1.- Análisis Costo-Beneficio

Para determinar el ratio Costo-Beneficio de la implementación de ingeniería de métodos, se tiene en cuenta los siguientes datos:

Tabla 50: Resumen de costos

Precio de venta	S/. 1,33
Costo de producción	S/. 1,00
Costo de implementación	S/.1046,00
Días por mes	24

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 50, se observa el precio de venta, el costo de producción, el costo de la implementación y los días laborables promedio mensual.

Se procede a realizar el análisis económico en base a la diferencia de la productividad antes y después de la implementación de la mejora de procesos.

Tabla 51: Análisis económico antes y después.

Análisis económico antes y después		
Producción antes	32,100	unidades/mes
Producción después	41,750	unidades/mes
Producción diferencia	9,650	unidades/mes
Por año	115,800	unidades/año
Venta anual	S/. 154,014	nuevos soles/año
Costo de fabricación	S/. 115,800	nuevos soles/año
Margen de contribución	S/. 38,214	nuevos soles/año

Fuente: elaboración propia.

De la tabla 51, se determina que el margen de contribución al incrementar la productividad es de S/. 38.214 anual y 3184 mensual.

Finalmente se calcula el ratio Costo-Beneficio para determinar la viabilidad del proyecto. Este ratio se halla al dividir el monto de la venta anual entre el costo de fabricación anual más el costo del proyecto; si el resultado es mayor a 1, entonces el proyecto es viable y si el resultado es menor a 1, entonces el proyecto debe ser rechazado.

$$\frac{B}{C} = \frac{S/. 154014}{S/. 116845} = 1,32 \quad \frac{B}{C} \geq 1$$

El resultado del análisis realizado es 1.31, mayor que 1 por tal motivo el proyecto es viable. Además, esto significa que por cada sol invertido en el proyecto, la ganancia será de 0.31 soles.

Tabla 52. Flujo de caja del proyecto

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Incremento de ventas						12834	12834	12834	12834	12834	12834	12834	12834	12834	12834	12834	12834
Incremento del costo variable						9650	9650	9650	9650	9650	9650	9650	9650	9650	9650	9650	9650
Incremento del margen de contribución						3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184
Inversión	1046	1046	1046	1046	1046												
					-4247	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184	3184

Fuente: elaboración propia.

Tabla 53: Análisis del VAN y TIR

VAN	31588,99
TIR	75%
B/C	1,32

Fuente elaboración propia.

En la tabla 51, podemos ver el VAN mayor a 0, podemos Inferir y demostrar que el proyecto es Viable, luego al obtener los datos para la TIR, 75%, como es alto, estamos ante un proyecto rentable y el B/C es mayor que 1, lo que nos indica que por cada sol invertido obtenemos 0,32 céntimos de utilidad.

III.- RESULTADOS

3.1.- Análisis Descriptivo

En la presente investigación se realiza un análisis descriptivo a los resultados obtenidos antes y después de la implementación de ingeniería de métodos, para ello se analizará la variable dependiente y la variable independiente.

3.1.1.- Variable Dependiente: Productividad

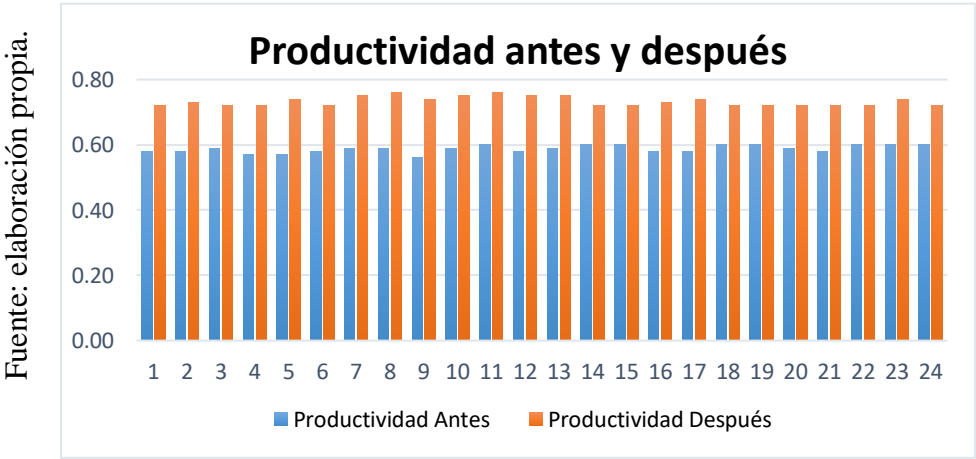
Indicador: Productividad

Tabla 54: Productividad antes y después.

ítem	Productividad antes	Productividad después
1	0,58	0,72
2	0,58	0,73
3	0,59	0,72
4	0,57	0,72
5	0,58	0,74
6	0,59	0,72
7	0,59	0,75
8	0,59	0,76
9	0,56	0,74
10	0,59	0,75
11	0,6	0,76
12	0,58	0,75
13	0,59	0,75
14	0,6	0,72
15	0,6	0,72
16	0,58	0,73
17	0,58	0,74
18	0,6	0,72
19	0,6	0,72
20	0,59	0,72
21	0,58	0,72
22	0,6	0,72
23	0,6	0,74
24	0,6	0,72

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Resumen de productividad antes y después de la mejora.



Indicador Eficiencia

Luego del análisis de la productividad, de igual forma se continúa con el análisis del indicador Eficiencia para ver su comportamiento antes y después.

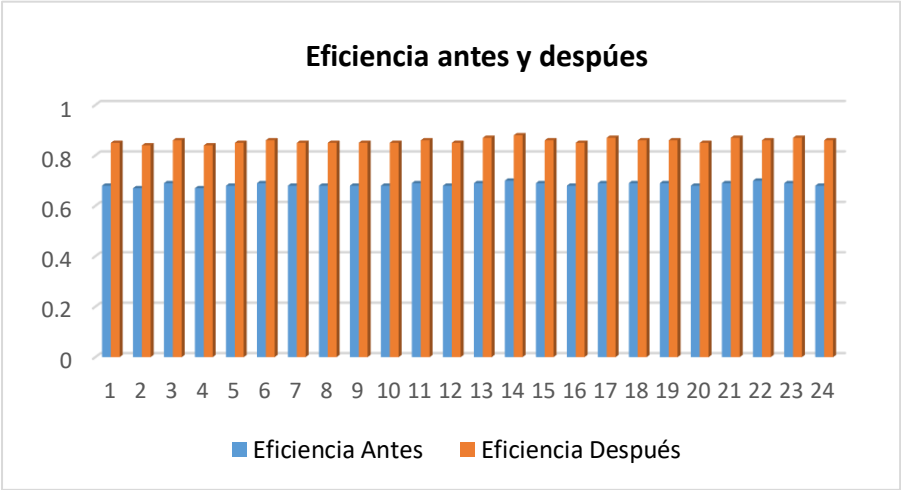
Tabla 55: Eficiencia antes y después.

Ítem	Eficiencia Antes	Eficiencia Después
1	0,68	0,85
2	0,67	0,84
3	0,69	0,86
4	0,67	0,84
5	0,68	0,85
6	0,69	0,86
7	0,68	0,85
8	0,68	0,85
9	0,68	0,85
10	0,68	0,85
11	0,69	0,86
12	0,68	0,85
13	0,69	0,87
14	0,70	0,88
15	0,69	0,86
16	0,68	0,85
17	0,69	0,87
18	0,69	0,86
19	0,69	0,86
20	0,68	0,85
21	0,69	0,87
22	0,70	0,86
23	0,69	0,87
24	0,68	0,86

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Resumen de eficiencia antes y después de la mejora.

Fuente: elaboración propia.



Indicador Eficacia

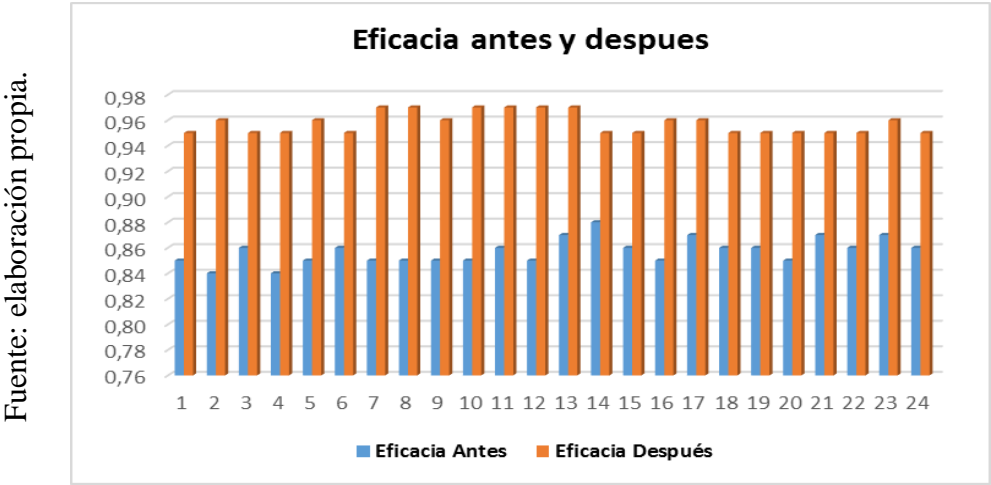
Del mismo modo, se continúa con el análisis del indicador eficacia para ver su comportamiento antes y después.

Tabla 56: Eficacia antes y después

Ítem	Eficacia Antes	Eficacia Después
1	0,85	0,95
2	0,84	0,96
3	0,86	0,95
4	0,84	0,95
5	0,85	0,96
6	0,86	0,95
7	0,85	0,97
8	0,85	0,97
9	0,85	0,96
10	0,85	0,97
11	0,86	0,97
12	0,85	0,97
13	0,87	0,97
14	0,88	0,95
15	0,86	0,95
16	0,85	0,96
17	0,87	0,96
18	0,86	0,95
19	0,86	0,95
20	0,85	0,95
21	0,87	0,95
22	0,86	0,95
23	0,87	0,96
24	0,86	0,95

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Resumen de eficiencia antes y después de la mejora.



3.1.2.- Variable Independiente: Ingeniería de métodos.

Dimensión: Estudio de Métodos

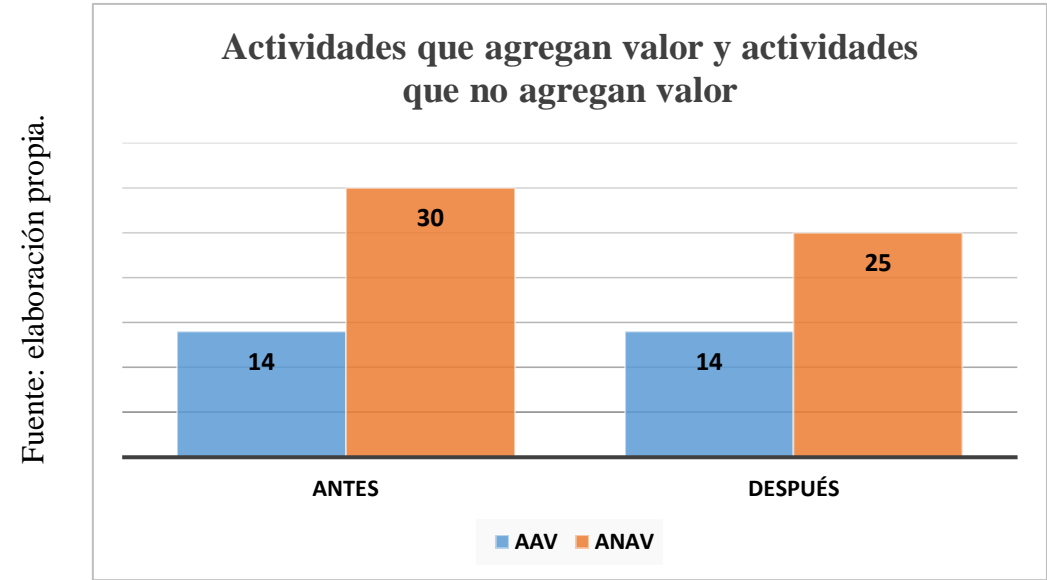
Indicador: Índice de Actividades que agregan valor

Tabla 57: Resumen Estudio de Métodos

ACTIVIDAD	PRE-TEST	POST-TES
Operación	14	14
Transporte	13	8
Inspección	1	1
Demora	0	0
Almacenamiento	2	2
Total	30	25
Distancia(m)	72,8	27,68
Tiempo (s)	83,18	76,00
AAV	14	14
ANAV	30	25

Fuente: elaboración propia.

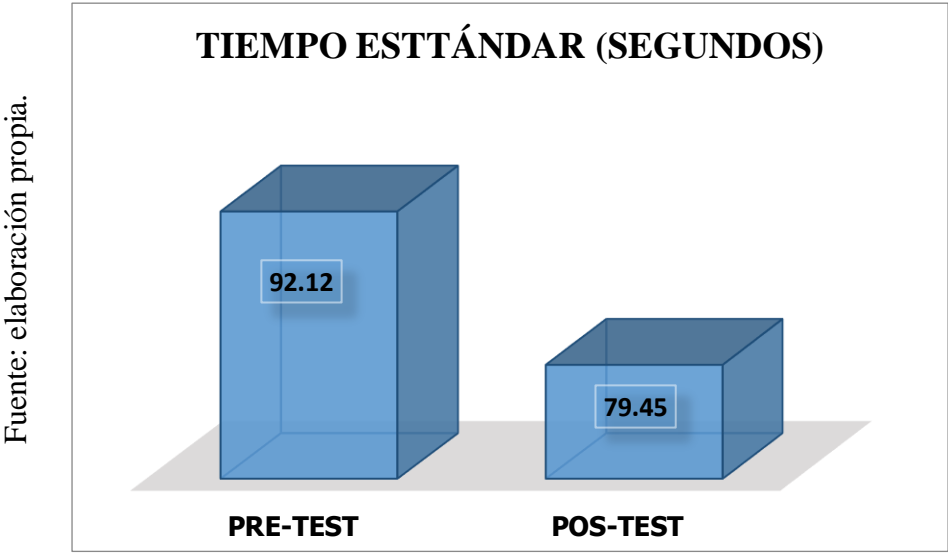
Figura 34. Resumen actividades que agregan valor.



Dimensión: Estudio de tiempos

Indicador: Tiempo Estándar

Figura 35. Tiempo Estándar Antes y Después.



En la Figura 33, se puede observar que el tiempo estándar para producir una prenda se ha reducido de 92,12 a 79,45 segundos, disminuyendo 12,45 segundos.

Figura 36. Unidades programadas Antes y Después.



Como se observa en la 34, se muestra las unidades programadas antes 1,496 y después de la mejora 1,746

3.2.- Análisis Inferencial

Para realizar el análisis inferencial a la presente investigación, es necesario hacer un contraste de las hipótesis mediante estadígrafos de comparación de medias, para demostrar la mejora que se ha logrado con la aplicación de la ingeniería de métodos. Para ello, primero es necesario efectuar un análisis de normalidad a la muestra, teniendo en cuenta lo siguiente:

Tabla 58: Tipos de muestras

Tipo de Muestra	Descripción	¿Qué prueba Usar?
Muestra Grande	Aquellas cuya cantidad de datos son mayores a 30.	Kolmogorov Smirnov
Muestra Pequeña	Aquellas cuya cantidad de datos son menores o iguales a 30	Shapiro Wilk

Fuente: elaboración propia.

3.2.1.- Análisis de la hipótesis general.

H_a: La implementación de la ingeniería de métodos, mejora la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la productividad Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 59: Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ANTES	,194	24	,019	,875	24	,006
DESPUÉS	,305	24	,000	,792	24	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

De la tabla 59, se puede verificar que la significancia de la productividad antes tiene un valor menor a 0.06 y la productividad después tiene un valor menor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamiento paramétrico y no paramétrico, respectivamente.

Tabla 60: selección del estadígrafo.

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T Student
Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon
No Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon

Fuente: elaboración propia.

Dado que lo que se quiere es saber si la productividad ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

H₀: La implementación de la ingeniería de métodos, no logra mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

H_a: La implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 61: Resultados del análisis de Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
ANTES	24	,5875	,01152	,56	,60
DESPUÉS	24	,7325	,01452	,72	,76

De la tabla 61, ha quedado demostrado que la media de la productividad Antes (0.5875) es menor que la media de la productividad Después (0.7325), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$; es así que, se rechaza la hipótesis nula que nos indica, la implementación de la ingeniería de métodos, no logra mejorar la productividad, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar la productividad, en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 62: Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon

Estadísticos de contraste ^a	
	DESPUÉS - ANTES
Z	-4,302 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

De la tabla 62, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

3.2.2.- Análisis de la primera hipótesis específica

H_a : La implementación de la ingeniería de métodos, mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las serie de la eficiencia Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 63. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia antes	0,239	24	0,001	0,865	24	0,004
Eficiencia después	0,219	24	0,004	0,908	24	0,033
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

De la tabla 63, se puede verificar que la significancia de la eficiencia Antes tiene un valor menor a 0.05 y la eficiencia Después tiene un valor menor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétrico, respectivamente.

Tabla 64: selección del estadígrafo.

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T Student
Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon
No Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon

Fuente: elaboración propia.

Dado que lo que se quiere es saber si la eficiencia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica.

H_0 : La implementación de la ingeniería de métodos, no logra mejorar significativamente la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

H_a : La implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 65. Resultados del análisis de Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Eficiencia antes	24	,6850	,00780	,67	,70
Eficiencia después	24	,8571	,00999	,84	,88

De la tabla 65, ha quedado demostrado que la media de la eficiencia antes (0.6850) es menor que la media de la eficiencia después (0.8571), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$; es así que, se rechaza la hipótesis nula que nos indica, la implementación de la ingeniería de métodos, no logra mejorar significativamente la

eficiencia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar significativamente la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 66. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon

Estadísticos de contraste ^a	
	Eficiencia después - Eficiencia antes
Z	-4,485 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

De la tabla 66, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

3.2.3.- Análisis de la segunda hipótesis específica

H_a: La implementación de la ingeniería de métodos, mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a la serie de la eficacia Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. En vista que las series de ambos datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 67: Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia antes	,219	24	,004	,908	24	,033
Eficacia después	,312	24	,000	,751	24	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

De la tabla 67, se puede verificar que la significancia de la eficacia Antes tiene un valor menor a 0.05 y la eficacia Después tiene un valor menor a 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, queda demostrado que tienen comportamientos no paramétricos, respectivamente.

Tabla 68: selección del estadígrafo.

Antes	Después	Estadígrafo
Paramétrico	Paramétrico	T Student
Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon
No Paramétrico	No Paramétrico	Wilcoxon

Fuente: elaboración propia.

Dado que lo que se quiere es saber si la eficacia ha mejorado, se procederá al análisis con el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

H_0 : La implementación de la ingeniería de métodos, no logra mejorar significativamente la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

H_a : La implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar significativamente la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 69: Resultados del análisis de Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Eficacia antes	24	,8571	,00999	,84	,88
Eficacia después	24	,9575	,00847	,95	,97

De la tabla 69, ha quedado demostrado que la media de la eficacia antes (0.8571) es menor que la media de la eficacia después (0.9575), por consiguiente según la regla de decisión no se cumple $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$; es así que, se rechaza la hipótesis nula que nos indica, la implementación de la ingeniería de métodos, no logra mejorar significativamente la eficacia, y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que la implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar significativamente la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

A fin de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 70. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon.

Estadísticos de contraste ^a	
	Eficacia después - Eficacia antes
Z	-4,322 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

De la tabla 70, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que la implementación de la ingeniería de métodos, logra mejorar la eficacia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., San Martín de Porres, 2018.

IV.- DISCUSIÓN

En la tesis, al implementar la ingeniería de métodos para mejorar la productividad en la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., se lograron cumplir los objetivos planteados mediante la reducción de tiempos y actividades que no agregaban valor, todo ello resultó en un incremento de la eficiencia, eficacia, y de la productividad, se han podido observar mejoras en los procesos involucrados, especialmente en los procesos de remallar elástico y recubrir, identificados inicialmente como el cuello de botella del proceso de confección.

Con respecto a los resultados de la productividad, se observó que la media de la productividad Antes tenía un valor de 0.5875 y la media de la productividad Después 0.7325 posee un valor de 0,145, siendo equivalente a un 14% de incremento en la productividad. Esta mejora es respaldada por ACUÑA, Diego; quien en su tesis “Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos” aplicó el diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos para incrementar la productividad; para la cual utilizó una metodología basada en la observación y análisis del registro de la toma de tiempos en las distintas líneas de producción. Se logró un incremento de la productividad de 13.1%. Esto significa que con la aplicación de la ingeniería de métodos se puede mejorar la estandarización de tiempos en las líneas de producción pues se redujeron 9.12 minutos del tiempo de ciclo.

Asimismo, la eficiencia en la empresa, presentaba una media de la eficiencia Antes de 0.6850 una media de la eficiencia Después de 0.8571, siendo esto un incremento de 17,21%, a consecuencia de la ingeniería de métodos. Este resultado es respaldado por RUIZ, Heber, en su tesis “Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L.”, la presente investigación tuvo como objetivo mejorar la productividad en el área de producción utilizando para ello el estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva. Se realizó un estudio de tiempos para establecer el tiempo estándar; con la propuesta de mejora del método de trabajo se logró un incremento de 3.67 % de eficiencia.

El incremento en la eficacia en la empresa fue de un 10%, pues la media de la eficacia Antes era de 0.8571 y la media de la eficacia Después fue de 0.9575. Este logro obtenido es apoyado por PÉREZ, Erika; en su tesis “Estudio del método de trabajo y estandarización de tiempos para la optimización de la producción y creación de indicadores de productividad”

Se mejoró en las operaciones de fritura y recepción; disminuyendo tiempos en fritura de 22,91 min a 20,97 min, en la recepción el transporte a la balanza disminuyó de 0,28 min a 0,14 min transportados a bodega. Finalmente con las mejoras implementadas se elevó la eficacia en un 13,95%,

V.- CONCLUSIONES

Se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se mejoraron los métodos de trabajo en las operaciones de “remallar elástico” y “recubrir”, el estudio de tiempos inicial permitió determinar un tiempo estándar de 92,12 segundos por prenda, luego de las mejoras se determinó un nuevo tiempo estándar de 79,45 segundos por prenda, permitiendo programar una producción 1,745 unidades al día. La aplicación de la ingeniería de métodos se refleja en un incremento de la productividad de 14% en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.
- En cuanto a la eficiencia, también se obtuvieron resultados esperados, la aplicación de la ingeniería de métodos generó un incremento de 17,21% en la eficiencia en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., resultado logrado gracias a que el tiempo estándar se redujo considerablemente y los trabajadores fueron capacitados para adoptar los nuevos métodos de trabajo.
- Respecto a la eficacia, se logró un incremento de 10% luego de implementar la ingeniería de métodos en el área de producción de la empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L., esto se debe a que la cantidad de unidades programadas por día es mayor que antes también por efecto de la reducción del tiempo estándar del proceso.

VI.- RECOMENDACIONES

Al finalizar esta tesis y haber demostrado que mediante la ingeniería de métodos se logra mejorar la productividad, se recomienda lo siguiente para la empresa y para futuras investigaciones:

- Realizar mediciones a los procesos para poder efectuar las mejoras necesarias, además seguir con el levantamiento de data posterior a la implementación pues el incremento en la productividad podría ser aún mayor cuando los trabajadores adopten por completo los nuevos métodos de trabajo. El estudio de métodos y toma de tiempos debe ser de forma detallada para identificar las oportunidades de mejora,
- Continuar con las capacitaciones para controlar la ejecución de las mejoras propuestas y los resultados obtenidos, capacitar a los trabajadores entrantes del cómo se trabaja con el nuevo método para que adopten las mismas políticas y no interrumpir la implementación.
- Finalmente, para incrementar la productividad en toda organización es necesario realizar el análisis de: métodos de trabajo, personal capacitado, mantenimiento de maquinaria, orden y limpieza, estos factores influyen en la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA, Diego. Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de moto taxis aplicando metodologías de las 5S's e ingeniería de métodos. Tesis (Ingeniero Industrial).Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2012. 117 pp.

BERNAL, César. Metodología de la investigación. 3° ed. Colombia: Pearson Education, 2010. 320pp. ISBN: 9789586991285.

CAJAMARCA, Diego. Estudio de tiempos y movimientos de producción en planta, para mejorar el proceso de fabricación de escudos en kaia Bordados. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2015. 77 pp.

CASO, Alfredo. Técnicas de Medición del Trabajo. 2ª ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2004. 232 pp.
ISBN: 9788496169173

CHÁVEZ, Elmes y SILVA, Luis. Aplicación de un estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad en la confección de camisas en la empresa La Competidora S.A.C. Chiclayo. Tesis (Ingeniero Industrial).Chiclayo: Universidad Señor de Sipan, 2012.

CHECA Loayza, Pool Jonathan. Propuesta de Mejora en el Proceso Productivo de la Línea de Confección de Polos para incrementar la Productividad de la empresa Confecciones Sol. Tesis (Título Ingeniero Industrial). Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2014. 279 pp.

GARCÍA, Roberto. Estudio del Trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 2005, 459 pp.
ISBN: 9789701046579

GUTIERREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 2010. 363 pp.
ISBN: 9786071503152

JIJÓN, Klever. Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzados Gabriel. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2013.

KANAWATY, George. Introducción al Estudio del Trabajo. 4ª ed. Ginebra: OIT, 1996. 521 pp.

ISBN: 9223071089

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura agil. 2ª ed. México: Pearson Educación, 2000. 352 pp.

ISBN: 9684444680

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris. Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª ed. México D.F: McGraw-Hil, 2008. 614 pp.

ISBN: 9789701509937

PALACIOS, Luis. Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. Colombia: Starbook 2014.

PÉREZ, Erika. Estudio del método de trabajo y estandarización de tiempos para la optimización de la producción y creación de indicadores de productividad. Tesis (Ingeniero de alimentos). Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2014. 149 pp.

ISBN: 9789586486248

PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. Ginebra: Organización Internacional de Trabajo, 1989. 333 pp.

ISBN: 9223059011

RUIZ, Heber. Estudio de métodos de trabajo en el proceso de llenado de tolva para mejorar la productividad de la empresa Agrosemillas Don Benjamín E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016. 222 pp.

SUMMERS, Donna. Administración de la calidad. México: Pearson Educación, 2002. 424 pp.

ISBN: 9702608139

ULCO, Claudia. Aplicación de Ingeniería de Métodos en el proceso productivo de cajas de calzado para mejorar la productividad de mano de obra de la empresa Industrias Art Print. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2015. 172 pp.

VALLEJO, Diego. Estudio de métodos de trabajo para la estandarización de tiempos en el área de producción en la empresa Punto Fino. Tesis (título de Ingeniero Industrial). Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016. 156 pp.

ZAMORA, Pablo. Estudio de métodos, tiempos, movimientos y cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la empresa ECUATRAN S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Ambato - Ecuador. Universidad Técnica de Ambato, 2014. 369 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de toma de tiempos.

FORMATO DE CONTROL DE TIEMPO					
INVESTIGADOR					
AREA					
PRODUCTO					
PROCESO DE OBSERVACION					
INSTRUMENTO					
FECHA					
PROCESO	NOMBRE DEL OPERARIO	HORA DE INICIO (HI)	HORA FINAL (HF)	AVANCE (DCM)	TIEMPO TRABAJO
TIEMPO TOTAL					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Formato de Diagrama de actividades del proceso

Diagrama de actividades del proceso (DAP)									
Empresa Creaciones Bihaone E.I.R.L.									
Diagrama núm.	Hoja núm.	Resumen							
Objeto:	Actividad	Actual	Propuesto	Economía					
	Operación	○							
	Transporte	⇒							
	Demora	▷							
Actividad:	Inspección	□							
	Almacenamiento	▽							
	Distancia (m)								
Método: Actual	Tiempo (min)								
Lugar: Área de Producción	Costo								
Operario(s):	Mano de obra								
	Material								
Compuesto:	Total								
Aprobado por:									
Descripción	Can- tidad	Dis- tancia (m)	Tiem- po (min.)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	▷	□	▽	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Ficha de registro de la productividad

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Fichas de validación



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE INGENIERIA DE METODOS

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Tiempos $TE = TN \times (1+S)$ TE: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: Suplementos	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2 Estudio de Métodos $AAV = \frac{\sum AMT}{\sum TA} \times 100\%$ AAV: Actividades que agregan valor TA: Total de actividades del DAP	✓		✓		✓		

suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: ☒ Aplicable ☐ No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Jorge M. Rodríguez

DNI: 7.840.833

Especialidad del validador: Ing. Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna al enunciado del ítem, sea conceptual, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

08 de 11 del 2012
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE INGENIERIA DE MÉTODOS

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Clandad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSION 1 Estudio de Tiempos $TE = TN \times (1+S)$ TE: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: Suplementos DIMENSION 2 Estudio de Métodos $AAV = \frac{\sum AAV}{\sum A}$ X 100% AAV: Actividades que agregan valor A: Total de actividades del DAP	/		/		/		
2		/		/		/		

suficiencia: hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (✓) Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/ Mg: Carlos Casado Blanco

DNI: 2.727.287.5

Especialidad del validador: MBO e Ing mecánico

06 de 11 del 2017

[Firma]

Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Clandad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia				Relevancia*				Cantidad				Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	
3	Eficacia = $\frac{PR}{PP} \times 100\%$ PR: Producción real PP: Producción programada	✓						✓				✓		
4	Eficiencia = $\frac{TU}{TT} \times 100\%$ TU: Tiempo útil TT: Tiempo total	✓				SI	No	SI	No	SI	No	✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Carlos Cespedes Blanca

DNI: 8.77.70.975

Especialidad del validador: MDA e Ing. mecánico

de del 20.....

Firma del Experto Informante.

*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
 *Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
 *Cantidad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE INGENIERÍA DE MÉTODOS

N°	DIMENSIONES / Ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Tiempos $TE = TN \times (1+S)$ TE: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: Suplementos	✓		✓		✓		
2	DIMENSIÓN 2 Estudio de Métodos $AAV = \frac{\sum AAV}{EPA} \times 100\%$ AAV: Actividades que agregan valor EPA: Total de actividades del DAP	✓		✓		✓		

suficiencia): 100%

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. Sancho Proa

DNI:

Especialidad del Ingeniería Industrial MTA Proceso IT

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

... de 11 del 2017

 Percy Sandoval Ramírez

 Percy Sandoval Ramírez

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
3	PR: Producción real PP: Producción programada $\text{Eficacia} = \frac{PR}{PP} \times 100\%$	✓		✓		✓		
4	TU: Tiempo útil TT: Tiempo total $\text{Eficiencia} = \frac{TU}{TT} \times 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: ✓ Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg. Guillermo Páez

DNI:

Especialidad del Ing. Industrial Mg. Director TF

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar el componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

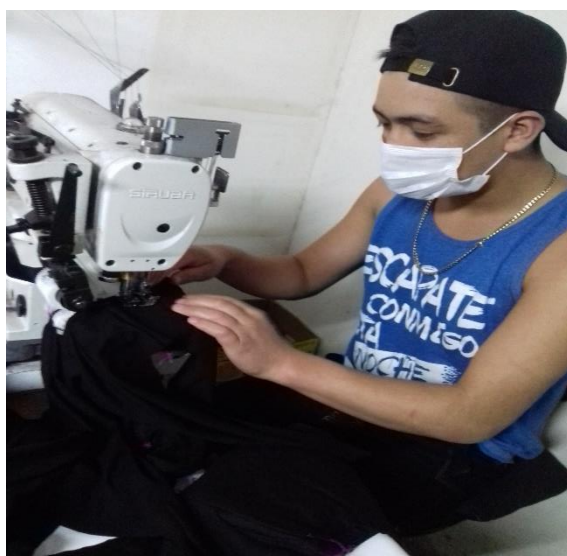
Bo. de del 20.....
11
Percey Raminet
Analista en Investigación
Firmado del Experto Informante.

Anexo 5. Tabla de westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Habilísimo	0.13	A1	Habilísimo
0.13	A2	Habilísimo	0.12	A2	Habilísimo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno
0	D	Medio	0	D	Medio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.1	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malos	-0.04	F	Malos

Fuente: García (2005).

Anexo 6. Entrenamiento de operarios



 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifico que la Tesis Titulada: "APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CREACIONES BIHAONE E.I.R.L.- SAN MARTÍN DE PORRES, 2018", del estudiante CAMPOS DELGADO, CÉSAR EYNER; tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 21 de noviembre del 2018



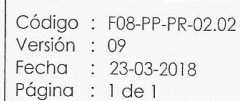
Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



Resumen de coincidencias		
Se están viendo fuentes estándar		
Ver fuentes en inglés (Beta)		
Coincidencias		
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	14 %
2	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
3	repu.uta.edu.ec Fuente de Internet	1 %
4	www.amarillastelefon... Fuente de Internet	1 %
5	datateca.unad.edu.co Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.uss.edu.pe	<1 %





Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CAMPOS DELGADO CÉSAR EYNER

INFORME TÍTULADO:

“APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
CREACIONES BIHAONE E.I.R.L. - SAN MARTÍN DE PORRES, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 12/07/18

NOTA O MENCIÓN: Trece (13)

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN